

PROFESSEUR E. GÉRARD

TECHNIQUE DE STÉRILISATION

2e ÉDITION


2210236768 4

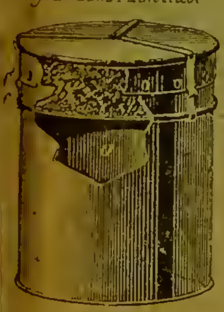
OCLAVE

I. le Professeur QUÉNU

spose pour la stérilisation des instruments en même temps que des pansements

(Horizontal figuré ci-contre — se fait aussi vertical)

ÉSULTATS : Stérilisation certaine parce qu'elle se fait en milieu liquide à 130° — aucune altération possible parce que le liquide est boraté — Instruments obtenus secs et rangés sur plateaux dans une boîte fermée par un étoupage aérifiltre assurant la persistance de l'asepsie hors de l'autoclave.



Boîtes à Pansements

BELLANGER

SE FERMANT AVANT LEUR SORTIE DE L'AUTOCLAVE PAR ÉTOUPAGE AÉRIFILTRE, LA MEILLEURE DES FERMETURES POUR ASSURER UNE LONGUE CONSERVATION DE L'ASEPSIE.

VARIÉTÉ ÉCONOMIQUE EN FER ÉTAMÉ

ET

Variété luxueuse en cuivre nickelé

---

iété à tiroir présentant grand champ d'admission et étroit orifice d'étoupage

---

BOITE A EAU STÉRILISÉE TRÈS PRATIQUE

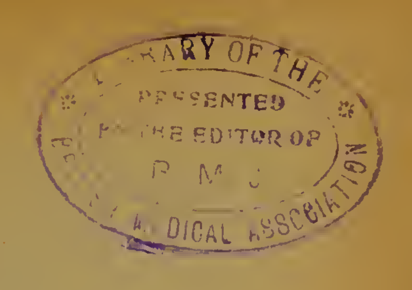
oîte à gants pour stérilisation à l'autoclave

STÉRILISATEURS A EAU ET LAVABOS

Modèles nouveaux pour services de chirurgie

DEMANDEZ CATALOGUE

BELLANGER, 42, rue Turbigo, PARIS



TECHNIQUE

DE

STÉRILISATION

TECHNIQUE

DE

STÉRILISATION

PAR

Le Dr Ern. GÉRARD
Professeur de Pharmacie et de Pharmacologie
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lille.

DEUXIÈME ÉDITION AUGMENTÉE
AVEC 72 FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1911

PRÉFACE

Quatre ans se sont écoulés depuis l'apparition de la première édition de ce livre et, dans cet intervalle de temps, la pratique de la stérilisation appliquée à la médecine et à la pharmacie a considérablement augmenté. Aussi, nous avons tenu à donner, dans cette seconde édition, toutes les innovations faites dans le domaine de l'asepsie. La thérapeutique nouvelle fait maintenant appel à toute une catégorie de préparations médicamenteuses pour lesquelles la réalisation d'une stérilisation absolue devient une obligation de plus en plus impérieuse pour le pharmacien. Sa responsabilité, en cette circonstance, est si grande qu'il ne doit négliger aucune précaution pour délivrer un médicament aseptique. C'est pourquoi

nous avons insisté encore plus sur les opérations qui conduisent à ce résultat.

Dans cette seconde édition, une description complète a été donnée en ce qui concerne les modifications heureuses qui ont été apportées dans la présentation des pansements stérilisés et dans leur conservation aseptique.

Après la stérilisation du matériel chirurgical pour laquelle déjà une large part a été consacrée dans la première édition, quelques considérations sur l'aseptisation des gants de caoutchouc ont été données. Nous avons ajouté, en outre, un chapitre nouveau relatif à la « *Désinfection des locaux contaminés* », opération devenue obligatoire dans tous les cas de maladies contagieuses. Il était utile, en effet, de donner toutes les indications pratiques sur les moyens de faire la désinfection, non seulement des locaux, mais aussi des vêtements et linges qu'ils peuvent renfermer et surtout d'en effectuer le contrôle.

Nous avons également attiré l'attention des médecins et des pharmaciens sur la désinfection des livres toujours réalisable pour le grand profit de l'hygiène.

Enfin, pour être complet, mention a été faite des derniers travaux sur la « *Stérilisation des eaux potables par les rayons ultra-violets* », méthode qu'il importait de décrire en raison de son effet stérilisateur si rapide et aussi si efficace, et des espérances qu'il donne pour l'aseptisation absolue de certains liquides.

Qu'il nous soit permis d'espérer que cette seconde édition recevra de la part des médecins et des pharmaciens le même accueil que la première.

Dr E. Gérard.

TECHNIQUE

DE

STÉRILISATION

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ANTISEPSIE ET L'ASEPSIE

A la suite des mémorables travaux de Pasteur et de son école sur l'importance des germes pathogènes dans l'étiologie des maladies infectieuses, la thérapeutique chirurgicale mit à profit l'action microbicide de certains produits chimiques pour détruire les microorganismes, cause jusque-là si fréquente des complications des plaies. C'est ce qui constitue l'antisepsie ; mais l'usage des antiseptiques, mis directement en contact avec la plaie, présente de sérieux inconvénients se manifestant surtout par des accidents d'intoxication d'autant plus fréquents et plus graves que, pour arriver à un résultat au point de vue microbicide, on est généralement obligé de faire usage de solutions antiseptiques assez concentrées.

La littérature médicale renferme des observations nombreuses de phénomènes toxiques survenant après l'emploi de pansements au sublimé, à l'iodoforme, au phénol, etc. Ajoutons à cela que les composés chimiques ainsi employés sont nocifs pour les cellules de l'organisme dont ils diminuent la force de résistance, au point que certains auteurs, comme MM. Pierre Delbet, de Grandmaison et Bresset, prétendent qu'ils favorisent plutôt l'infection au lieu de l'enrayer. Au reste, la stérilisation par les composés chimiques (antisepsie) est loin d'être réelle, les divers antiseptiques préconisés n'amènent pas la destruction complète des micro-organismes et, de plus, ils semblent complètement inefficaces vis-à-vis des spores bactériennes.

Les bactéries sont, en effet, constituées par une enveloppe plus ou moins épaisse, de nature protéique, entourant un protoplasma également riche en matières albuminoïdes; or, l'action stérilisante des produits antiseptiques réside dans un processus d'insolubilisation ayant le plus souvent pour résultat la formation d'une combinaison insoluble du produit chimique avec la matière albuminoïde et s'exerçant seulement à la périphérie. En un mot, la membrane bactérienne est coagulée et le contenu n'est pas atteint par l'agent antiseptique. Si, alors, pour une cause quelconque, et presque toujours à la suite de modifications chimiques du milieu où se trouve la bactérie, celle-ci vient à se débarrasser de sa combinaison insoluble,

elle reprend sa vitalité, libère ses spores, qui sont généralement dans les meilleures conditions physiques pour se développer, et l'infection s'installe à nouveau.

D'autres considérations importantes font de l'antisepsie un procédé douteux de stérilisation. C'est ainsi que les agents chimiques, en contact avec les liquides de la plaie, forment avec ces derniers des composés insolubles et inefficaces au point de vue microbicide ; d'autre part, M. Kossiakoff a montré que certaines bactéries pouvaient vivre, à la suite d'une accoutumance progressive, dans les milieux contenant des antiseptiques. On a même édifié, en se basant sur cette observation, une méthode de recherche du *Bacterium coli* et du bacille typhique lesquels continuent à végéter dans les bouillons phéniqués. En outre, certains antiseptiques ne possèdent une action microbicide que vis-à-vis de certaines bactéries et restent inefficaces pour d'autres.

Ainsi, suivant Esmarck, les spores charbonneuses peuvent encore se reproduire après un séjour de 42 heures dans une solution aqueuse de phénol à 5 0/0.

En raison donc de l'insécurité de l'antiseptisation par les agents chimiques dans la pratique chirurgicale, et de la possibilité des intoxications à la suite de l'emploi des antiseptiques, la chirurgie s'est tournée vers l'*asepsie*, dont le principe est de ne mettre au contact de la plaie que des objets

absolument privés de tout germe et rendus stériles par des moyens physiques.

Certes l'antisepsie, il faut le reconnaître, a rendu de grands services à la chirurgie moderne et l'a aidée dans sa marche ascendante vers le progrès; elle ne pourra pas toujours être remplacée complètement par la pratique de l'asepsie, car, dans certains cas où l'infection est établie, on sera souvent obligé de combiner les deux méthodes, et nous verrons que l'antisepsie trouve encore journellement son emploi pour maintenir l'asepsie des pansements, des instruments, etc.

CHAPITRE II

MÉTHODES DE STÉRILISATION

L'aseptisation, c'est-à-dire la stérilisation par les moyens physiques, s'appliquant soit aux objets de pansement, soit aux préparations pharmaceutiques, peut être obtenue par la chaleur ou par la filtration.

Tout d'abord, disons un mot sur l'action du froid vis-à-vis des bactéries. Une température très basse suffit-elle pour entraver la vitalité microbienne. Il semble que la réponse peut être négative. En effet, les spores du charbon et le *Bacillus subtilis* résistent à une température de 130° (Pictet et Yung); d'Arsonval et Charrin estiment qu'à 270° le bacille pyocyanique conserve sa vitalité, mais présente quelques variations morphologiques. Les basses températures, rendues pratiques maintenant dans leur production, ne peuvent donc être appliquées à la destruction des microbes.

ASEPTISATION PAR LA CHALEUR

Pour réaliser une stérilisation absolue au moyen de la chaleur, il faut tout d'abord considérer les conditions à remplir pour détruire à la fois les bactéries et leurs spores. Or, suivant que l'on emploie la chaleur sèche, la chaleur humide produite par l'eau bouillante, par la vapeur d'eau surchauffée ou par la vapeur d'eau saturée sous pression, les objets à stériliser doivent être soumis à une température différente ou à un temps de chauffe variable pour chacune des méthodes mises en œuvre.

La température minima de destruction varie non seulement avec la nature des microorganismes à détruire, mais aussi suivant la modalité de la chaleur employée, et aussi suivant que les bactéries sont à l'état de dessiccation parfaite ou à l'état d'humidité.

En thèse générale, la chaleur humide est toujours plus efficace que la chaleur sèche. Il faut, avant tout, bien se pénétrer de ce fait que si la majorité des bactéries pathogènes est tuée par un chauffage d'une heure dans l'air sec, ou par une température de 70 à 75° dans l'air humide, d'autres microbes, au contraire, et, en particulier, ceux qui sont sporulés, comme le bacille du charbon et le bacille du tétanos, exigent, pour leur destruction, une température, dans l'air sec, de 150-160° maintenue pen-

dant trois heures, ou celle de 180° continuée pendant trois quarts d'heure, soit encore un chauffage à 115-120° dans la vapeur d'eau saturée sous pression.

Pour obtenir une asepsie absolue, il sera donc nécessaire de dépasser la température minima de destruction des bactéries les plus résistantes.

Dans la description des divers procédés d'aseptisation par la chaleur, employée dans ses différentes modalités, nous aurons soin d'indiquer et la température à atteindre et le temps de chauffe indispensable à une stérilisation absolue.

L'aseptisation par la chaleur peut être obtenue :

1° Par la chaleur sèche;

2° Par la chaleur humide;

3° Par le chauffage discontinu.

A. **Aseptisation par la chaleur sèche.** — La stérilisation par la chaleur sèche s'effectue au moyen des étuves à air chaud dont la plus simple consiste en une caisse carrée ou rectangulaire en cuivre brasé et divisée en deux ou trois compartiments par des tablettes intérieures. La partie supérieure de cette caisse est percée de deux ouvertures dont l'une sert à fixer un thermomètre par l'intermédiaire d'un bouchon percé ; l'autre ouverture est incomplètement obstruée par un bouchon muni d'un tube de verre effilé. On met ainsi l'atmosphère intérieure de l'étuve en communication avec l'extérieur. On peut

aussi pratiquer, à la paroi antérieure de l'étuve, une petite ouverture qui peut être fermée au besoin, ou qu'on laisse ouverte lorsqu'on veut pratiquer un courant d'air quelquefois utile, soit pour régler la température, soit pour activer la dessiccation des objets placés à l'étuve.

Cette étuve, dite à air sec, même munie d'un régulateur, a le grand inconvénient de ne pas donner une température constante, aussi ne l'utilise-t-on, en pharmacie, que pour la dessiccation et la stérilisation des objets de verrerie (flacons, ballons, tubes à essai, ampoules, entonnoirs, agitateurs, etc.), des mortiers, des pilons, spatules, en un mot de tous les objets qui peuvent impunément subir une température élevée.

L'industrie construit maintenant, il est vrai, des étuves en tôle galvanisée à système tubulaire, munies de régulateurs de température, dans lesquelles la répartition de la chaleur est uniforme. A notre avis, le pharmacien peut se dispenser d'avoir ces étuves toujours coûteuses, qui ne répondent pas à tous les besoins de la pratique, car elles ne peuvent guère servir qu'à l'aseptisation des ustensiles inaltérables que nous venons de mentionner.

Nous verrons plus tard, au contraire, que l'autoclave est un appareil bien autrement indispensable et que ce stérilisateur pourra, pour les besoins courants de la pratique, suppléer toutes les autres étuves. Au reste, le simple four d'un poêle-cuisinière pourra utilement être employé pour aseptiser tout

le matériel de verrerie et, pour être certain que la stérilisation a été efficace, comme mon collègue de Lyon, M. Moreau, le recommande, on entourera chaque objet à stériliser d'une couche d'ouate hydrophile, qui prend une teinte café au lait dès qu'on atteint la température de 180°. On peut encore s'assurer du degré de température obtenu dans les diverses parties du four en plaçant, dans des verres de montre ou de petites capsules, une petite quantité d'acide tartrique pulvérisé qui fond entre 170-180° en donnant une masse spongieuse.

A propos des étuves à air sec, nous devons dire un mot du *four à flamber* de Pasteur, qui est d'un emploi courant dans les laboratoires de bactériologie pour aseptiser le matériel de verrerie.

Ce four se compose (*fig.* 1) d'un cylindre en tôle formé de trois parois, que l'on chauffe par son fond au moyen d'un brûleur à gaz ou même au pétrole avec un fourneau spécialement approprié. La disposition des parois est telle que les produits de la combustion circulent entre elles avant de se rendre à la cheminée. Grâce à ce chauffage par retour de flamme, on obtient une température assez uniforme à l'intérieur du cylindre dans lequel on place un panier en toile métallique contenant les ballons, flacons, tubes, pipettes que l'on veut stériliser. Dans cet appareil, on obtient, en quelques minutes, la température de 180°, qu'il est facile de contrôler, grâce au thermomètre fixé, par l'intermédiaire d'un bouchon, au couvercle du four.

Il existe un autre procédé de stérilisation par la chaleur sèche, et qu'on appelle le *flambage;* il n'est guère applicable qu'aux objets métalliques qui



Fig. 1. — Four à flamber de Pasteur.

peuvent, sans inconvénient, subir l'action directe du feu comme les spatules, capsules de nickel ou d'argent, moules en bronze, ciseaux, etc. Ce procédé consiste à passer les objets à stériliser dans la

flamme d'une lampe à alcool ou d'un bec Bunsen. En chirurgie on opère quelquefois de la façon suivante pour les instruments : on met les objets dans une cuvette en émail avec une petite quantité d'alcool que l'on enflamme; c'est ce qu'on appelle la stérilisation au punch.

Cette pratique n'assure pas d'une manière absolue l'asepsie du matériel; MM. Claudot et Niclot estiment que ce procédé est infidèle ; MM. Bérard et A. Lumière ajoutent même qu'ils le trouvent illusoire.

Le Dr E. Baudouin a également entrepris toute une série d'expériences à propos du flambage des cuvettes faisant partie du matériel opératoire, et il a démontré aussi que le fait de promener la flamme d'un bec Bunsen sur des cuvettes souillées de cultures desséchées de staphylocoque doré et de subtilis n'amène aucune stérilisation.

Les fabricants de matériel opératoire ont alors construit des cuvettes qui peuvent être facilement autoclavées, et les dispositifs adoptés varient avec chaque industriel.

Nous recommandons donc de n'avoir recours à la pratique du flambage que dans des cas tout à fait exceptionnels.

B. **Aseptisation par la chaleur humide.** — Pour la stérilisation par la chaleur humide, on emploie l'eau bouillante, la vapeur d'eau à la pression ordinaire, c'est-à-dire à 100°, la vapeur d'eau surchauffée

et enfin la vapeur d'eau saturée et sous pression.

Si la stérilisation à la chaleur humide est plus efficace pour détruire les bactéries et leurs spores, c'est que la vapeur d'eau présente cet avantage, qu'elle doit à ses propriétés physiques, de passer par osmose à travers la membrane d'enveloppe des spores pour aller coaguler le protoplasma intérieur et, par là, amener une stérilité absolue des organes générateurs des bactéries.

La *stérilisation par l'eau bouillante* est utilisée pour les appareils de verrerie, de porcelaine, et pour les divers instruments : ceux-ci sont plongés dans l'eau et on fait bouillir ; il est nécessaire que l'ébullition soit maintenue pendant au moins une demi-heure et quelquefois plus.

Dans ces conditions, on ne réalise jamais une asepsie absolue. MM. Terrier et Morax ont, en effet, montré que l'eau, déjà passée au filtre Chamberland devait être encore chauffée pendant une heure à l'ébullition, pour être complètement stérile. D'autre part, Brefeld et Perronato estiment qu'il faut soumettre les spores charbonneuses pendant deux heures à l'action de l'eau bouillante pour les tuer. Bien plus, Miquel et Lathraye ont dû maintenir l'ébullition pendant cinq heures pour détruire une culture de *Bacillus subtilis*.

Pour augmenter l'action stérilisatrice de l'eau bouillante, on additionne l'eau de 2 0/0 de carbonate ou de borate de soude ; la température atteinte est alors de 104-105°, mais il est alors indispensable

pour les besoins pharmaceutiques que les objets, stérilisés dans cette solution, soient ensuite lavés à l'eau stérilisée avant leur emploi. Si ce mode de stérilisation ne présente pas encore une sécurité absolue, puisque les spores du bacille du tétanos et du bacille du charbon résistent à cette température, il pourra néanmoins être avantageusement mis en pratique, en pharmacie, pour les ustensiles qui servent à la préparation de la plupart des médicaments, à l'exception, bien entendu, des objets de pansement, des solutions injectables, etc., qui devront, comme nous le verrons plus tard, être soumis, dans des conditions déterminées, à une aseptisation absolue, au moyen de la vapeur sous pression.

La *vapeur d'eau à la pression ordinaire* ne présente guère d'avantage sur l'ébullition et, suivant E. Baudouin, des voiles de *Bacillus subtilis*, préalablement desséchés et placés pendant une demi-heure dans la vapeur d'eau à 100° sont susceptibles de repousser.

On a construit, dans l'industrie, des stérilisateurs à vapeur d'eau à 100°, composés d'un bouilleur surmonté d'une ou de deux chambres de vapeur en tôle étamée, recouvertes de feutres et dans lesquelles on place les objets à stériliser. Ces appareils, qui peuvent trouver leur emploi dans les salles d'opération, ne présentent, pour le pharmacien, aucun intérêt et ne peuvent lui rendre de grands services. Du reste, il est toujours facile, comme

nous le verrons plus loin, d'opérer des stérilisations dans la vapeur d'eau à 100° avec l'autoclave qui devient l'instrument indispensable.

La *vapeur d'eau surchauffée*, au point de vue de l'efficacité de la stérilisation, n'est pas supérieure à la vapeur d'eau à 100° ; elle semblerait même être moins active en raison de ce fait que plus cette vapeur est surchauffée, plus elle s'éloigne de son point de saturation puisqu'elle n'est plus en contact avec son liquide générateur. Elle n'agit guère plus, au point de vue microbicide, que l'air chaud et sec. Il y a plus, Rubner a trouvé que les spores du charbon restaient vivantes deux fois plus longtemps dans la vapeur d'eau surchauffée à 110°, trois fois plus longtemps dans la vapeur surchauffée à 120° et dix fois plus longtemps dans la vapeur surchauffée à 127°, que dans la vapeur *saturée* à 100°.

Ajoutons à cela que la pratique de la stérilisation par la vapeur d'eau surchauffée n'est guère applicable en pharmacie.

Enfin, l'usage de la *vapeur d'eau saturée et sous pression* réalise l'idéal pour l'aseptisation. Nous avons déjà indiqué l'avantage que présentait la vapeur d'eau de pouvoir, par osmose, diffuser facilement à travers la membrane des spores pour insolubiliser, par coagulation, leur protoplasma intérieur. Ce phénomène osmotique sera encore accru si, à la vapeur ordinaire, on lui substitue la vapeur saturée jouissant d'une certaine pression dont la force de pénétration sera ainsi augmentée. De

fait, la vapeur d'eau sous pression, à l'état de vapeur saturée, possède une action destructive bien plus active que la vapeur ordinaire même saturée, mais non comprimée, vis-à-vis des bactéries et de leurs spores.

Et, à l'appui de ce fait, il est bon de citer l'expérience suivante de E. Baudouin mettant bien en valeur l'efficacité de ce procédé de stérilisation : Cet auteur a souillé avec du *Bacillus subtilis* ou des bacilles sporulés du charbon, des petits morceaux de gaze qui ont été ensuite desséchés longuement et lentement à l'étuve à 138°. Ces morceaux de gaze ont été soumis à l'action de la vapeur d'eau saturée et sous pression à 115° pendant 15 minutes. Dans aucune des expériences faites par E. Baudouin, même sur des microbes d'origines différentes, pour les mêmes conditions de durée et de température, il n'a été possible, après ensemencement de la gaze sur bouillon, d'obtenir des traces de culture, même après un séjour d'un mois à l'étuve. Par contre, des tubes témoins, ensemencés de la gaze infectée et séchée, mais non stérilisée par la vapeur d'eau sous pression, poussaient en 16 à 24 heures.

La vapeur d'eau à la pression de 1 atmosphère, ce qui correspond à une température de 120°, est généralement suffisante pour annihiler les microbes et leurs spores, surtout si on maintient cette pression et cette température pendant un temps variant d'un quart d'heure à une demi-heure.

La stérilisation par la vapeur d'eau sous pression s'effectue dans une véritable marmite de Papin perfectionnée, qui porte le nom d'*autoclave*.

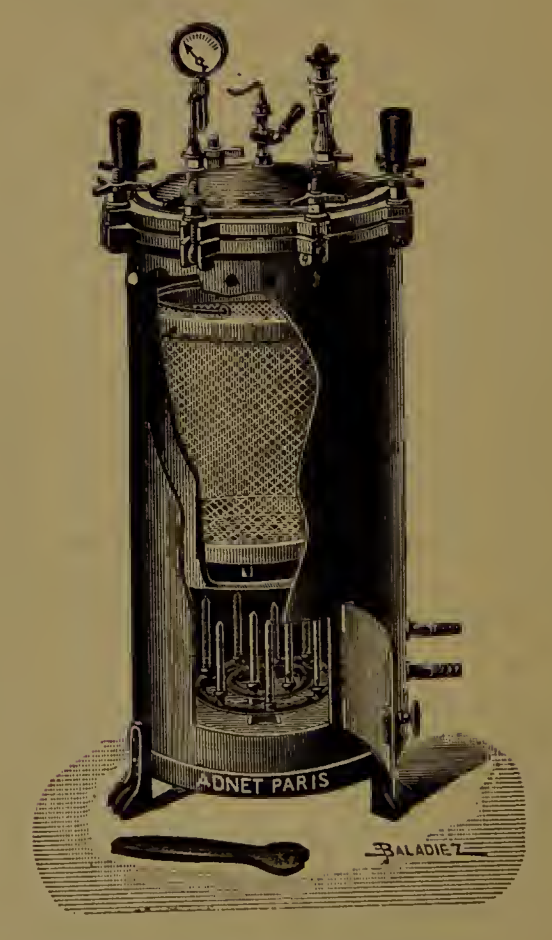


Fig. 2. — Autoclave de Chamberland.

Le type de ces appareils est l'*autoclave de Chamberland*. Il se compose d'un cylindre en cuivre rouge

brasé (*fig.* 2), qui peut être fermé à sa partie supérieure par un couvercle en bronze très lourd, fixé, par des écrous, au pourtour du cylindre au moyen d'un joint de caoutchouc. Ce couvercle présente trois ouvertures, dont l'une reçoit une soupape de sûreté, la seconde un robinct qui met l'intérieur de l'autoclave en contact avec l'atmosphère extérieure, et la troisième un manomètre avec indications thermométriques.

Deux poignées, diamétralement opposées, sont fixées au couvercle pour permettre de le soulever.



Fig. 3. — Panier de l'autoclave.

Afin de faciliter la manœuvre de ce couvercle toujours très lourd, surtout pour les grands appareils, certains fabricants l'on fait mettre à charnière, ou y ont adapté un levier spécial, qui permet de le soulever et de le faire tourner sur lui-même. Cet appareil est supporté par un fourneau en tôle que l'on peut chauffer au moyen d'une rampe à gaz. Dans l'intérieur de l'autoclave, on place, à une certaine distance du fond, un panier en toile métallique ou en cuivre perforé (*fig.* 3), destiné à recevoir les objets à stériliser.

Lorsqu'il s'agit d'aseptiser les pansements, on

remplace le panier par des boîtes en cuivre nickelé. Ces boîtes possèdent un couvercle supérieur et un couvercle intérieur (*fig.* 4), dont la fermeture est à baïonnette. Ces couvercles sont munis de trous tout autour que l'on peut ouvrir ou fermer par un simple mouvement tournant. Pendant la stérilisation, les couvercles sont ouverts, afin de laisser circuler la vapeur dans toutes les parties de la boîte. Dès que l'aseptisation est faite et que l'autoclave est ouvert, on tourne légèrement les couvercles de la boîte, pour fermer immédiatement toutes les ouvertures. Ces boîtes s'ouvrent par la partie supérieure au moyen d'un couvercle à charnière qui se ferme à l'aide de boulons. Pour s'assurer qu'après la stérilisation les boîtes n'ont pas été ouvertes, on fixe le couvercle avec un fil de laiton plombé.

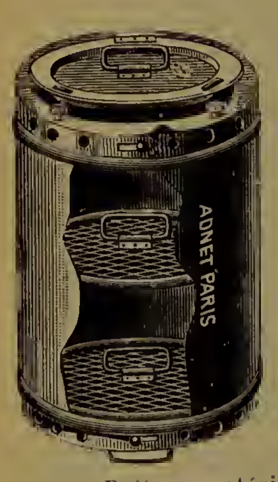


Fig. 4. — Boîte pour stérilisation des pansements.

Pour faire manœuvrer l'autoclave, on met, dans le cylindre en cuivre, 2 à 3 litres d'eau, on y introduit soit le panier en laiton, avec les ustensiles à stériliser, soit les boîtes à pansements en laissant les trous des couvercles ouverts et on assujettit le couvercle aux moyens des écrous. On a bien soin d'ouvrir le robinet du couvercle supérieur pour laisser échapper l'air et on chauffe. Dès que la va-

peur sort en sifflant et que l'autoclave est bien purgé d'air, on ferme le robinet. Il faut bien savoir que l'équilibre de température entre la vapeur et les objets à stériliser ne s'établit que si l'air est complètement expulsé. A ce moment, la température à l'intérieur de l'autoclave est de 100°. On continue à chauffer, la température s'élève et le manomètre marque successivement 1, 2, 3 atmosphères, ce qui correspond à des températures de 120°, 134°, 144°. Il est bien entendu que ces explications ne s'appliquent qu'à la vapeur saturée, c'est-à-dire en contact avec un excès du liquide générateur. Il est bon de régler la température et de faire jouer la soupape de sûreté pour maintenir la pression et, par suite, la température cherchée pendant le temps nécessaire à la stérilisation. On fera bien, au cours de cette stérilisation, de faire une ou deux détentes de vapeur pour chasser les dernières parties de l'air que peut encore renfermer l'autoclave. On éteint ensuite le gaz, on attend que le baromètre soit revenu à 0°, on ouvre le robinet et l'air entre en sifflant dans l'appareil. On enlève le couvercle et on retire alors les appareils stérilisés ou les boîtes à pansements dont on aura soin de fermer immédiatement les trous des couvercles.

Nous venons de dire que la *purge* d'air, dans l'autoclave, doit être faite avec soin, c'est en effet une condition importante de bonne stérilisation. Cette purge est relativement facile en ce qui concerne la cavité même de l'autoclave, il suffit de

3 à 4 chasses de vapeur de deux à trois minutes de durée, pour l'ensemble, afin d'obtenir l'expulsion totale de l'air. Une de ces détentes de vapeur est faite dès que l'eau de l'autoclave entre en ébullition et les autres au cours de l'opération de la stérilisation.

On peut, avec l'autoclave de Chamberland, stériliser dans un courant de vapeur d'eau à 100° ; il suffit, pendant le temps de chauffe, de laisser ouvert le robinet du couvercle et de continuer l'action de la chaleur, de façon à ce que la pression ne s'élève pas et que la vapeur sorte régulièrement par le robinet.

Dans la fabrication industrielle des pansements, on accouple plusieurs autoclaves entre eux et ceux-ci sont chauffés par la vapeur provenant d'un générateur produisant cette vapeur à une pression suffisante.

Dans la stérilisation par l'autoclave de Chamberland, le grand inconvénient est qu'on obtient des pansements humides et qui, par suite, ne peuvent être conservés. Ces pansements ont dès lors perdu une des qualités les plus importantes au point de vue chirurgical, leur hydrophilisme. On peut, il est vrai, à la sortie de l'autoclave, porter les pansements dans une étuve sèche ; mais, outre qu'on n'arrive jamais à faire reprendre aux pansements leur pouvoir absorbant, on risque, pendant cette dessiccation, de les contaminer. Il devient alors indispensable d'avoir recours à une modification de l'autoclave de Chamberland.

Cet appareil modifié et perfectionné constitue

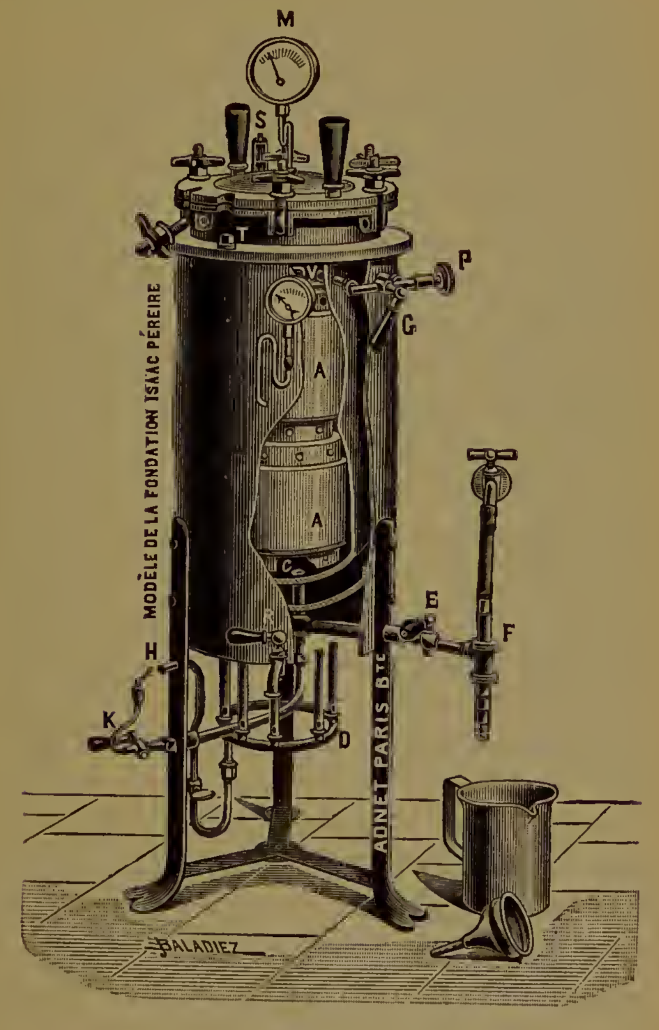


Fig. 5 — Stérilisateur de Sorel.

le *Stérilisateur de Sorel* qui, en plus de l'avantage précieux qu'il possède de réaliser à la fois la stéri-

lisation et la dessiccation complète des pansements, peut répondre, en pharmacie, à tous les besoins de la pratique.

Ce stérilisateur (*fig.* 5) est un autoclave à double paroi, muni de deux régulateurs: l'un donnant la pression dans l'intérieur de l'autoclave et l'autre celle de la vapeur produite dans la double paroi. Cette disposition permet de pouvoir chauffer les pansements avant d'introduire la vapeur et de diminuer sa condensation pendant la stérilisation ; on obtient ainsi des pansements moins humides et plus faciles à dessécher. La dessiccation complète des objets peut, du reste, être facilement obtenue, sans ouvrir l'appareil, au moyen d'une trompe fonctionnant par la pression de l'eau qui, en faisant le vide dans le corps intérieur de l'autoclave, amène une dessiccation complète. Nous allons décrire le maniement de ce stérilisateur tel qu'il est donné par le fabricant; on aura, de cette façon, une idée plus nette et plus précise de ces différentes pièces.

Prenons le cas de la stérilisation de pansements, tels que des gazes et des cotons : on ferme tout d'abord le robinet de vidange R et celui de la trompe E, on ouvre le robinet K et le robinet G placé à droite et en haut, on dévisse le robinet à pointe P par où la vapeur s'échappe, on met dans la double paroi, par l'ouverture T, 2 litres d'eau, on bouche cette ouverture et on ferme le robinet G ; le gaz est allumé en D, et, à ce moment, on met dans

l'intérieur de l'autoclave les boîtes contenant les pansements à stériliser en ayant soin que les trous des couvercles soient ouverts. On ferme le stérilisateur au moyen de son couvercle de bronze, on assujettit les écrous et, lorsque la vapeur s'échappe par le trou du robinet à pointe P, on revisse ce dernier, la pression s'établit vers 2 atmosphères, ce qui est indiqué par le petit manomètre qui se trouve sur le devant du stérilisateur. La soupape S est réglée de façon à bien obtenir à l'intérieur même de la double paroi la pression indiquée. On maintient cette pression pendant quinze minutes pour échauffer les pansements. Sans éteindre le gaz, le robinet G est alors ouvert et permet l'entrée de la vapeur par l'orifice V; dès que la vapeur sort en sifflant par le robinet inférieur K, on ferme ce dernier, la pression s'établit au manomètre supérieur M c'est-à-dire dans l'intérieur même de l'appareil, et la stérilisation s'effectue à la condition de maintenir cette pression pendant dix minutes. Au bout de ce temps, on ferme le robinet d'entrée de vapeur G, on ouvre le robinet E et la vapeur s'échappe au dehors. Le manomètre revient à zéro, on desserre les écrous, on enlève le couvercle de bronze. Les boîtes sont alors sorties, les trous des couvercles sont fermés et la stérilisation est terminée.

Grâce au chauffage préalable des pansements avant l'introduction de vapeur, ceux-ci sont suffisamment secs pour être conservés. Ils contiennent encore 1 0/0 d'humidité.

Si on veut avoir une dessiccation absolue, ce qui est préférable quand on veut conserver les pansements pendant un certain temps, on fait le vide dans l'intérieur de l'appareil, et on introduit ensuite de l'air stérile pour rétablir la pression normale après l'aspiration. Ce vide est obtenu au moyen de la trompe à eau F que l'on fait jouer au moment où l'on ferme le robinet G sans éteindre le gaz et lorsque le manomètre est revenu à zéro. Le vide réalisé est indiqué par le manomètre ; ce vide doit être maintenu aussi complet que possible pendant dix à quinze minutes. A ce moment, fermer le robinet E avant d'arrêter la trompe ; si on ne prenait pas cette précaution, l'eau ferait retour dans l'appareil et, en général, il faut bien s'assurer avant de supprimer le courant d'eau que tous les robinets sont bien fermés. Le vide est alors fait à l'intérieur du stérilisateur ; pour pouvoir enlever son couvercle, il est nécessaire de faire une rentrée d'air qui doit être lui-même stérilisé. Pour cela, on allume le bec de gaz H, on ouvre le robinet K, l'air se stérilise en passant dans le tube de platine porté au rouge et rentre dans l'appareil ; le manomètre revient alors à zéro, on éteint tous les gaz et on retire comme précédemment les boîtes à pansements dont on ferme les couvercles.

M. Radais a imaginé un nouveau modèle d'autoclave qui, en dehors de certains perfectionnements pour rendre le nettoyage plus rapide et pour déterminer le réglage du débit du gaz,

permet d'opérer rapidement et plus économiquement.

Tout d'abord, il fait circuler la vapeur dans son appareil de haut en bas pour faciliter l'expulsion de l'air.

Nous avons insisté précédemment sur l'importance qu'il y avait à purger avec soin l'autoclave de l'air qu'il contient. Or cette opération, qui se fait dans beaucoup d'appareils au moyen d'un robinet placé à la partie supérieure du stérilisateur, ne peut se faire dans de bonnes conditions que grâce à un courant rapide de vapeur d'eau, d'où il résulte une augmentation de pression qui peut amener, pour le cas des liquides à stériliser, une ébullition tumultueuse susceptible de projeter les liquides hors du vase. D'autre part, M. Radais a réalisé un dispositif qui permet aussi, comme dans le stérilisateur de Sorel, l'échauffement des objets à aseptiser avant l'entrée de la vapeur. Dans ces conditions, l'air interposé dans la masse spongieuse et mauvaise conductrice des pansements (coton, gaze, linge, etc.), tend à s'échapper plus facilement, et alors la pénétration de la vapeur est devenue plus rapide n'étant pas retardée par les phénomènes de condensation qui se produisent dans les mailles étroites des tissus. Nous repreduisons *in extenso* la description de ce nouveau modèle d'autoclave telle qu'elle est donnée par l'inventeur :

« La chaudière (*fig*. 6) est montée, avec ses dépendances, sur un bâti mobile K permettant un

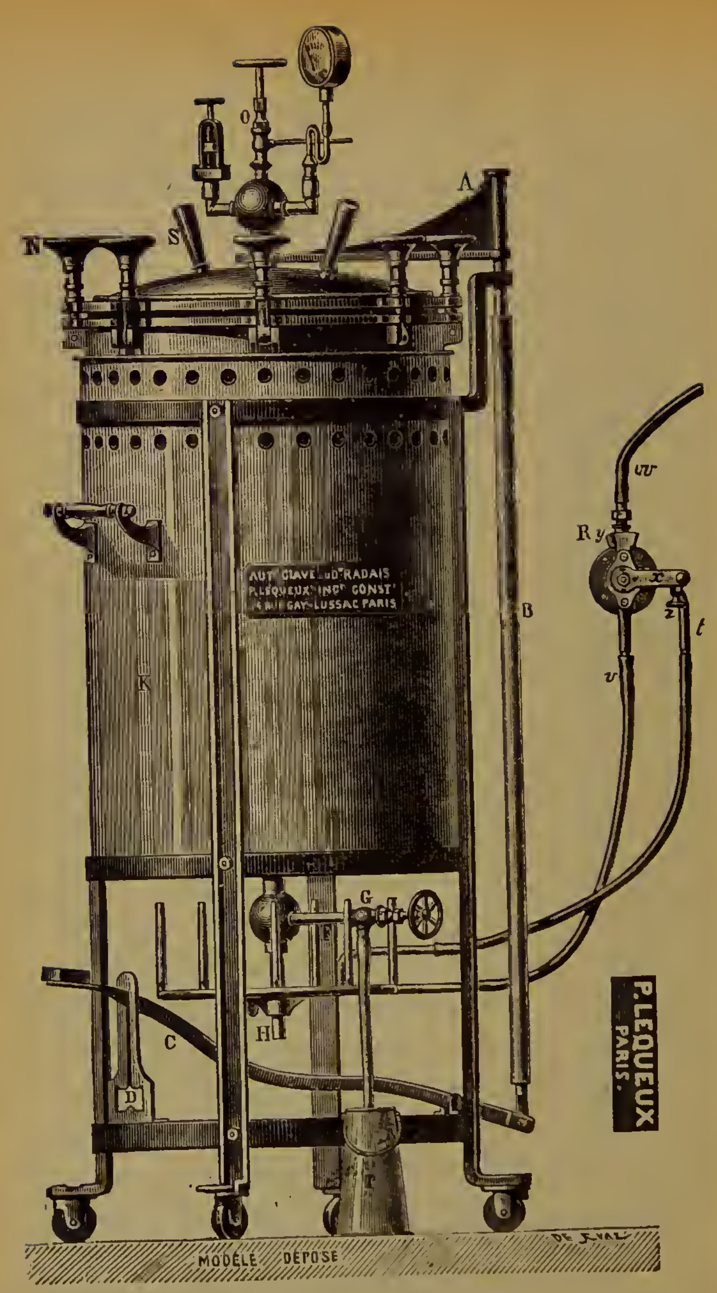


Fig. 6. — Autoclave fermé.

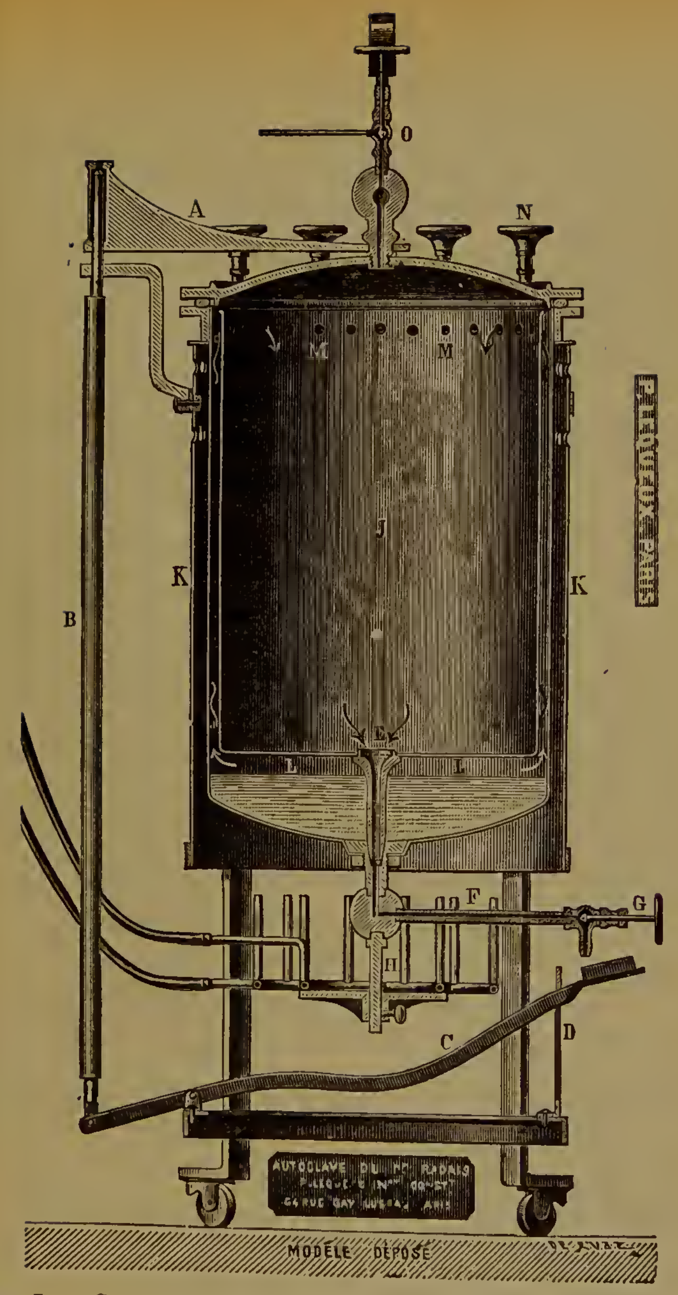


Fig. 7. — Coupe de l'autoclave (le trajet du courant de vapeur est indiqué par des flèches).

facile déplacement. Cette chaudière cylindrique, dont la figure 7 montre, en coupe, la disposition intérieure, est fermée à la manière ordinaire par un couvercle S et un jeu de boulons périphériques N. A l'intérieur, un second cylindre à parois pleines J, ouvert à la partie supérieure et fermé par le bas, renplace le panier à claire-voie des anciens autoclaves et constitue la chambre de stérilisation proprement dite. Cette chambre, mobile, suspendue, pour ainsi dire, dans la chaudière productrice de vapeur, réduit la capacité de cette dernière à la cuvette du fond L, qui reçoit l'eau nécessaire au fonctionnement, et à l'espace annulaire étroit qui sépare les deux cylindres. Le fond du cylindre intérieur repose, par son centre perforé, sur l'extrémité d'une pièce spéciale E, percée d'un canal qui communique avec l'extérieur par un tube coudé F que ferme le robinet G. Un brûleur à deux couronnes glisse le long de la tige H et peut être fixé à des hauteurs différentes sous le fond de la chaudière. Une enveloppe de tôle K constitue la chambre de chauffe.

« La vapeur, produite aux dépens de l'eau qui garnit le fond de la cuvette L, remplit rapidement l'espace annulaire en échauffant le cylindre intérieur et son contenu pour pénétrer, par le haut, dans la chambre à désinfection. Le départ s'effectue par l'orifice inférieur et entraîne tout d'abord l'air que sa densité maintient vers le fond.

« Le tube FG ne sert pas seulement à la purge

d'air de l'appareil et à la sortie de la vapeur, il permet, en outre, de vidanger l'eau et de nettoyer la chaudière avec facilité. On peut, en effet, après avoir retiré la chambre à désinfection, enlever la pièce spéciale E, qui n'est autre chose qu'une bonde creuse rodée sur l'orifice du fond de la chaudière, qu'elle obture à frottement doux. L'eau peut alors s'écouler complètement au dehors. On évite ainsi la fâcheuse et assez fréquente nécessité de renverser la chaudière lorsqu'un nettoyage est devenu indispensable.

« L'ouverture et la fermeture de l'autoclave sont des plus rapides. Le couvercle S est supporté, en son centre, par une potence A dont le bras peut pivoter autour de l'axe B. Cet axe est lui-même mobile dans le sens vertical et peut se soulever par le jeu d'une pédale C, que guide une glissière de forme spéciale D. Lorsque, les boulons de fermeture étant renversés (*fig.* 8), le couvercle se trouve libéré de toute adhérence, il suffit d'appuyer sur la pédale pour permettre de dégager l'orifice de la chaudière par la rotation du bras de potence d'un quart de cercle à gauche ou à droite.

« Indépendamment de sa rotation autour de l'axe B, le couvercle peut tourner librement autour de son axe propre, grâce à un mode particulier de suspension à l'extrémité du bras de potence A. Ce mouvement est indispensable pour qu'on puisse libérer doucement le couvercle des adhérences fortuites qu'occasionne souvent une pression

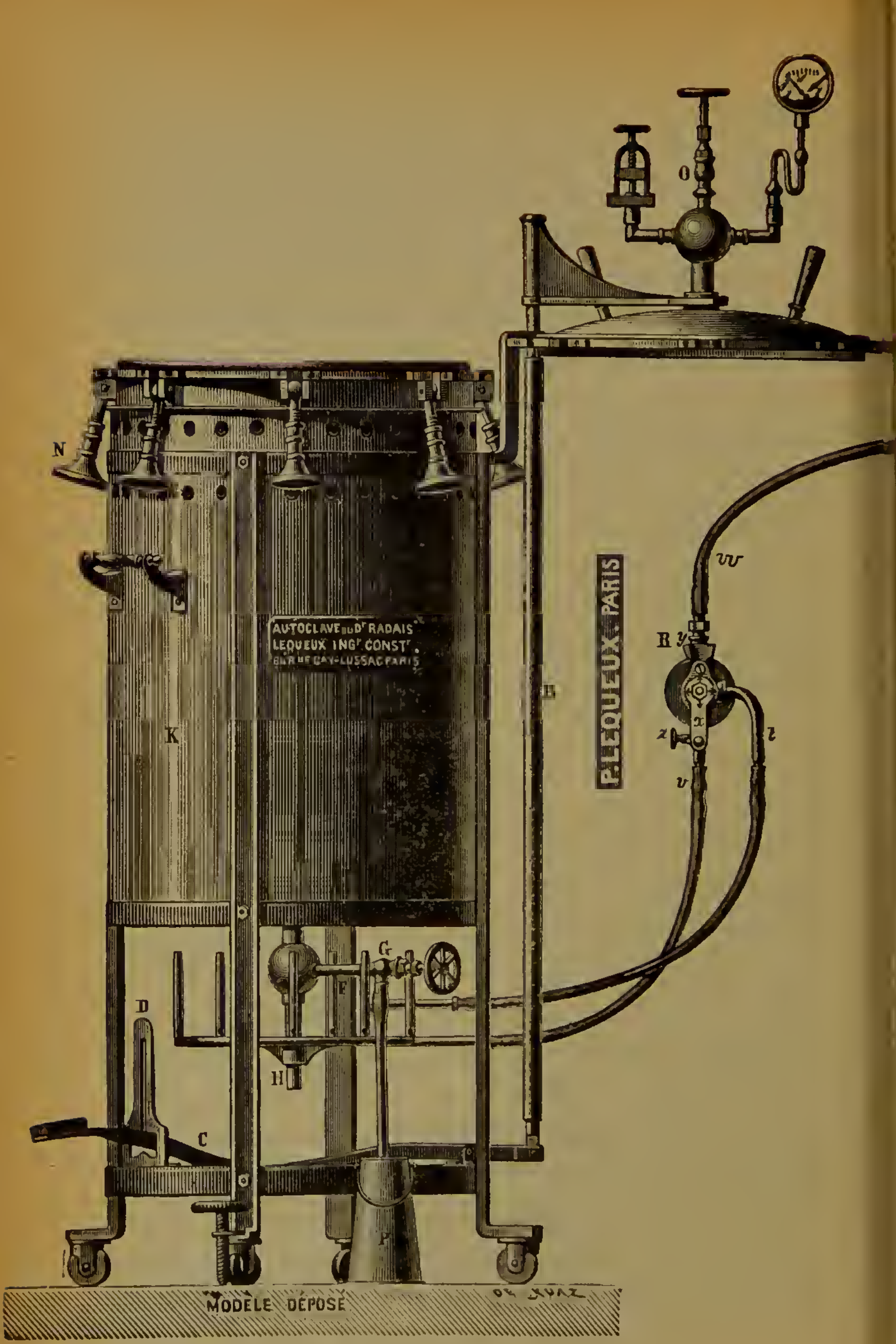


Fig. 8. — Autoclave ouvert.

énergique du métal sur le tore de caoutchouc.

« Le régime des brûleurs, pendant le temps de stérilisation, varie, comme on sait, avec le mode opératoire employé (vapeur stagnante sous pression, vapeur fluente avec ou sans pression). De là, pour chaque cas, un réglage approximatif des robinets qui laisse une incertitude obligeant à une surveillance attentive de l'appareil ; un oubli momentané peut en effet compromettre le résultat d'une opération tout entière. On a essayé divers systèmes propres à compenser le défaut d'habileté ou d'attention du personnel chargé de la manœuvre de ces chaudières : tels sont les régulateurs de gaz en fonction de la température ou de la pression à l'intérieur de l'autoclave, les avertisseurs électriques, etc. Ces additions utiles entraînent en général un surcroît notable de dépense. »

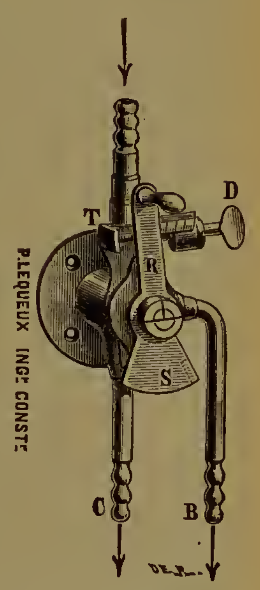


Fig. 9. — Robinet de réglage du gaz.

M. Radais a obtenu d'excellents résultats par l'emploi d'un simple robinet à trois voies, à réglage précis, pour l'alimentation totale ou partielle des brûleurs. Ce robinet, représenté en détail dans la figure 9, se fixe à volonté sur l'un des montants du bâti. (Dans les figures 6 et 8, on l'a représenté en dehors pour ne pas surcharger le dessin.)

« Le gaz, arrivant de la prise par le tube A (*fig.* 9) est réparti, par une clef à trois voies, dans les branches de sortie C et B qui alimentent la grande et la petite couronne. Cette clef, manœuvrée par une longue manette R, portant à son extrémité une vis à tambour divisé D, peut recevoir un réglage très précis par la butée de la vis contre une saillie fixe T. Cet arrêt correspond à une position des voies telle que la petite couronne est seule alimentée, la vis permettant en outre de fixer le régime de ses brûleurs pour une température donnée. Le réglage effectué une fois pour toutes par tâtonnement pour les diverses opérations courantes (100°, 105°, 110°, 115°, 120°) peut être représenté par un chiffre du tambour divisé ; on remplace de la sorte par une simple mise en coïncidence de deux repères l'incertaine manœuvre des robinets ordinaires des brûleurs. Les trois positions (*fig.* 6 et 7 et 9) de la clef correspondent : 1° au débit maximum des deux couronnes (chauffage, purge d'air, mise en pression ; 2° au débit réglé de la petite couronne (stérilisation) ; et 3° à l'extinction (refroidissement de l'appareil). La manœuvre du gaz se fait donc avec rapidité et sûreté. »

Enfin, il existe dans l'industrie des stérilisateurs dont les dispositifs, variables avec les inventeurs qui les ont brevetés, permettent la dessiccation rapide des pansements et la fermeture des boîtes, la stérilisation une fois faite, à l'intérieur

même de l'autoclave et avant toute rentrée d'air.

MM. Robert et Carrière ont imaginé un autoclave où ils envoient, à l'aide d'un générateur séparé, de la vapeur à 152°; l'air, plus lourd que la vapeur, est complètement expulsé par un robinet placé à la partie la plus basse de l'appareil et, innovation plus importante, la dessiccation est obtenue spontanément par la détente en double paroi chaude, c'est-à-dire que, la stérilisation une fois faite, MM. Robert et Carrière font tomber, par l'expulsion de la vapeur, à 1 atmosphère (100°), la pression à l'intérieur, qui était de 5 atmosphères (152°). L'eau qui se condense sur les pansements sous l'influence de cette chute de pression est immédiatement volatilisée par la double enveloppe remplie de vapeur à 152°, c'est-à-dire de vapeur surchauffée, et elle est chassée par la sortie brusque du courant de vapeur : les pansements sont ainsi complètement desséchés. Quant à la fermeture des boîtes, elle est faite, avant l'ouverture de l'autoclave, par une manœuvre ingénieuse s'effectuant du dehors et par suite à l'abri de l'air.

La nécessité d'une pression d'eau minima de 12 mètres pour faire fonctionner la trompe dans l'autoclave de Sorel restreint considérablement son emploi. Aussi M. E. Adnet [1] a-t-il donné un dispositif qui permet de faire la stérilisation et le sé-

1. *La stérilisation pratique en pharmacie*. E. Adnet, Paris.

chage des pansements en se passant de la trompe et qui peut être, dès lors, utilisée dans les localités non pourvues d'eau sous pression. Pour cela la stérilisation du pansement doit passer par les trois phases suivantes :

1° L'*échauffement préalable* du pansement, car si la vapeur chaude vient au contact de la fibre végétale froide, celle-ci absorbe alors une grande quantité d'eau qu'il sera difficile d'enlever pour obtenir un pansement sec. Il s'ensuit qu'il faut n'envoyer la vapeur chaude que sur des pansements chauffés à une température aussi rapprochée que possible de celle à laquelle on effectue la stérilisation;

2° La *stérilisation proprement dite*, laquelle est faite au moins à 125° afin d'être certain que le centre du pansement soit bien porté à une température de 120°;

3° Le *séchage*, c'est-à-dire l'élimination de l'eau contenue au préalable dans le pansement et aussi la petite quantité de celle qui, malgré l'échauffement, se condense pendant la stérilisation. Ce séchage est réalisé grâce à un dispositif permettant d'évaporer l'eau contenue dans le pansement par un serpentin placé à l'intérieur de l'autoclave.

On obtient, dans ces conditions, des pansements secs commercialement parlant et pouvant se conserver stériles depuis leur fabrication jusqu'à leur vente.

M. E. Adnet a encore simplifié la pratique de la stérilisation des pansements avec dessiccation, en

imaginant un autre dispositif appelé « Etuve-Autoclave », qui ne nécessite ni l'emploi de la trompe, ni la distillation sur un serpentin froid, de l'eau contenue dans les pansements après l'action de la vapeur d'eau sous pression. Cet appareil est basé sur le principe suivant : porter le pansement vers 100° dans l'air sec, le stériliser dans la vapeur à 134° pendant au moins 15 minutes, le chauffer de nouveau dans l'air sec à la même température jusqu'au séchage suffisant pour la conservation.

L'innovation consiste donc à dessécher, dans l'air sec, le pansement autoclavé et cette opération est faite sans que les pansements soient retirés de l'autoclave où a été faite la stérilisation. Cet appareil, dit « Etuve-Autoclave », est formé de deux autoclaves accouplés construits à simple paroi : le premier, d'un diamètre plus grand que l'autre, contient les boîtes de pansements, le second sert de générateur et d'autoclave de comptoir ; il possède un robinet de purge, une soupape et un manomètre. Le premier possède deux robinets : un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure. Un tube de communication portant un robinet réunit ces deux appareils, chacun est muni d'un brûleur.

Voici la façon de se servir de cet appareil, telle qu'elle est indiquée par l'inventeur : l'atmosphère du premier appareil est portée vers 100° à sec. On introduit de l'eau dans le second que l'on fait monter en pression vers 2 kilogrammes. Les boîtes contenant les pansements sont introduites dans le

premier autoclave, s'y échauffent pendant 15 à 20 minutes, puis, en ouvrant le robinet de communication, on envoie la vapeur dans le premier appareil, et la stérilisation s'opère comme dans un autoclave ordinaire. Dans la troisième phase, la vapeur est évacuée et les boîtes à pansements sont chauffées à sec pendant 15 minutes comme dans le premier cas.

Par ce procédé les pansements obtenus sont secs, puisqu'il résulte des expériences faites que la perte d'humidité d'un coton hydrophile de première qualité est en moyenne de 3,07 pour 100 grammes de matière mise en œuvre. En plus, l'aseptisation ne laisse rien à désirer, puisque les cultures de *Bacillus subtilis* placées à l'intérieur du coton, des parcelles de tissus imprégnés du même bacille et mises dans diverses parties des boîtes ont été rendues stériles.

Nous tenons à signaler un procédé de dessiccation des pansements à la fois élégant et pratique, c'est celui des autoclaves Bellanger. Ce procédé consiste à faire le vide non plus au moyen de la trompe, mais par condensation de la vapeur au moyen d'une réfrigération brusque de la paroi de chaudière de l'autoclave ou d'un serpentin en occupant le fond. M. Bellanger isole la paroi froide du milieu de la chaudière, qui contient les pansements, par une paroi antiradiante dont le rôle est de soustraire ceux-ci à l'influence directe de la paroi froide, de sorte qu'ils conservent pendant

quelques instants une température assez élevée pour que la vapeur ne se condense pas dans leur masse et s'avance par expansion vers la paroi froide où elle se condense.

Le vide par condensation est obtenu très rapidement et la condensation de la vapeur d'eau est à ce point complète que les matières hydrophiles perdent environ 2 à 3 0/0 de leur poids par leur passage à l'autoclave. Ce procédé de dessiccation a cet avantage qu'il n'exige pas l'usage de la trompe avec une pression d'eau de 13 à 14 mètres et qu'au besoin un bac de 15 à 20 litres d'eau, placé à proximité de l'autoclave et au-dessus, est suffisant pour le fonctionnement.

Le système d'autoclave de M. Bellanger est établi en plusieurs dispositifs : celui dit « à serpentin réfrigérant » et celui appelé « à immersion ».

L'autoclave à « serpentin réfrigérant » (*fig.* 10) se compose d'une chaudière unique, divisée en deux compartiments dont l'un, inférieur du dixième environ de la capacité totale, contient à la fois l'eau génératrice de vapeur et un serpentin à circulation d'eau froide et dont l'autre, comprenant les 9/10 supérieurs de la chaudière, contient les boîtes de pansements.

La paroi qui sépare les deux compartiments est composée d'éléments calorifuges qui limitent l'influence directe du serpentin réfrigérant au compartiment inférieur.

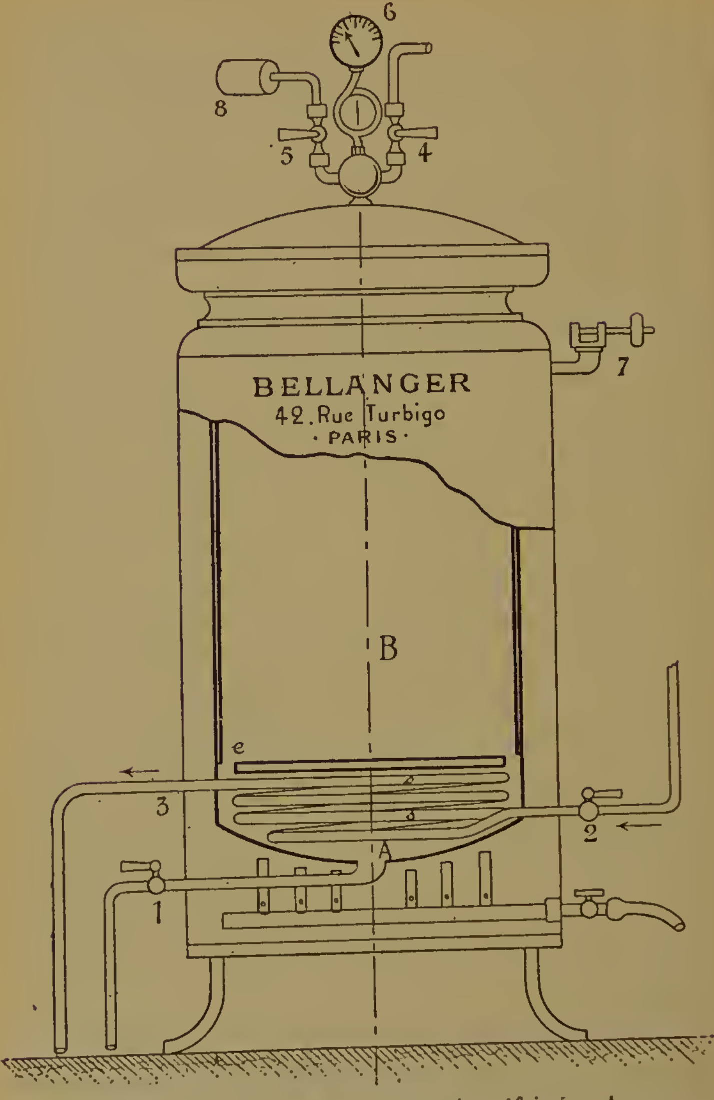


FIG. 10. — Autoclave à serpentin réfrigérant.

A. Compartiment inférieur comprenant le serpentin ;
B. Compartiment supérieur recevant les boîtes des pansements ;
C. Serpentin réfrigérant ;
D. Ecran antiradiant ;
1. Robinet de décharge.
2. Robinet d'afflux d'eau froide dans le serpentin.
3. Tube d'écoulement du serpentin.
4. Robinet d'échappement.
5. Robinet de rentrée d'air.
6. Mano-vacuomètre.
7. Soupape.
8. Boîte aérifiltre.

Le serpentin est alimenté d'eau par un robinet extérieur relié à un réservoir ou à une canalisation, et l'eau, après avoir parcouru tout le serpentin, s'écoule librement par une tubulure donnant soit dans une vidange, soit dans un autre réservoir.

Un deuxième robinet permet de faire évacuer de l'autoclave l'eau de génération excédant les besoins de la stérilisation.

L'autoclave est d'autre part pourvu d'un robinet d'échappement situé sur le couvercle, d'un mano-vacuomètre et d'une soupape située sur le couvercle ou sur un bras latéral à la chaudière, et enfin d'un robinet de rentrée d'air muni d'un organe stérilisant l'air soit par filtration, soit par surchauffage.

Fonctionnement. — Le compartiment inférieur étant rempli d'eau, on place dans le compartiment supérieur les boîtes de pansements, on ferme l'autoclave et l'on chauffe.

La stérilisation proprement dite s'effectue suivant la méthode habituelle en ayant soin seulement de bien purger d'air par des chasses de vapeur répétées.

Lorsque la stérilisation est terminée, on ouvre le robinet de décharge par lequel s'échappe l'eau du générateur de vapeur en excès, puis la vapeur sous pression, et dès que le mano-vacuomètre, dont on suit de l'œil le mouvement rétrograde, est revenu à 0, on ouvre le robinet d'afflux d'eau dans le serpentin ; son effet de condensation est instantané

ainsi que l'atteste l'aiguille du mano-vacuomètre, qui en quelques secondes atteint les dernières divisions de la graduation du vide.

On peut alors régler l'ouverture du robinet jusqu'à ne plus laisser affluer qu'un mince filet d'eau qui suffit à entretenir froid le serpentin; on laisse 15 à 20 minutes en cet état, et l'on fait rentrer l'air dans l'autoclave par l'organe stérilisateur d'air qu'il comporte, pour rétablir en son milieu et dans les boîtes l'équilibre atmosphérique avec l'air stérile.

L'autoclave est ensuite ouvert et les boîtes sont fermées et retirées. La dessiccation est aussi parfaite qu'on peut le désirer, soit pour l'emploi des pansements, soit pour la conservation de leur asepsie, car, ainsi que nous l'avons dit plus haut, si l'on choisit comme témoin l'une des boîtes contenant des matières hydrophiles et qu'on la pèse avant la mise en autoclave, on constate, par une nouvelle pesée à sa sortie, qu'elle a perdu 2 à 3 0/0 de son poids.

Le dispositif dit « à immersion » emploie les mêmes moyens, à cette différence près qu'au lieu d'avoir seulement un robinet à ouvrir pour effectuer la dessiccation, il faut, aussitôt la stérilisation proprement dite terminée, transporter la chaudière dans un bac d'eau froide.

Ainsi, c'est la paroi entière de la chaudière qui constitue ici la paroi froide de condensation, le vide n'en est que plus brusque et, partant, la dessiccation plus parfaite que dans le premier cas; mais,

outre que cette manœuvre du transport à la chaudière n'est bien pratique que dans les autoclaves de petit diamètre (15 ou 20 centimètres), elle a l'inconvénient d'occasionner souvent des épandages d'eau.

C. **Aseptisation par chauffage discontinu.** — Lorsque certaines substances ne peuvent, en raison de leur composition, être soumises à une température de 160° à 180° par la chaleur sèche, ou à celle de 120° par la chaleur humide, on les stérilise par le chauffage discontinu.

Cette méthode, dite tyndallisation, a été imaginée par Tyndall qui avait observé que des liquides, ensemencés par des bactéries étaient rendus stériles par un chauffage d'une minute, à 100°, pendant trois jours consécutifs. Ce savant admettait que, pendant le premier temps de chauffe, les spores, généralement plus résistantes que les bactéries, en tous cas non détruites par une seule ébullition, commençaient à amincir leur enveloppe, à subir une modification de forme et même de propriétés telle qu'un second chauffage réussissait à les détruire.

Enfin, les spores qui avaient tardé à se modifier pendant les premiers temps de chauffe ou à se rajeunir, évoluaient à leur tour pour être détruites par le dernier chauffage.

Duclaux a trouvé cette explication invraisemblable et, d'après lui, la possibilité de rendre stériles les spores, par ce mécanisme, est due à ce fait que la première action de la chaleur à 100° gonfle la

spore et en fait exsuder quelque chose, et par suite du phénomène osmotique habituel, une certaine quantité d'eau y pénètre. Il en résulte au bout de vingt-quatre heures et, après équilibre du contenu protoplasmique avec l'eau introduite, une masse homogène devenue plus coagulable, en raison même de la pénétration de l'eau. Sous l'influence d'un second chauffage, la coagulation commence à s'effectuer, le phénomène osmotique se continue. Enfin, par une dernière action de la chaleur, on arrive à une coagulation totale : la spore est morte.

Actuellement, la tyndallisation est effectuée dans des conditions physiques un peu différentes et qui la rendent applicable aux tissus délicats, aux liquides albumineux, etc. L'expérience a en effet démontré que, pour réaliser la stérilisation, il suffit d'une température de 60° à 80° s'exerçant chaque jour pendant une heure et renouvelée durant une période de huit à dix jours, suivant la nature des objets à stériliser.

Nous devons ajouter que ce mode d'aseptisation ne donne pas une garantie absolue, lorsqu'il s'agit de détruire des microbes sporulés, comme ceux du tétanos ou du charbon.

Dans la pratique pharmaceutique, la tyndallisation pourra rendre des services pour l'aseptisation des éponges ou des autres objets de pansements altérables par une température élevée. Elle est surtout utilisée pour stériliser les liquides albumineux à la condition de ne pas atteindre la température

de coagulation des matières albuminoïdes, c'est-à-dire celle de 70°, et d'opérer des chauffages successifs entre 58 et 60°, en ayant soin de prolonger le temps de chauffage et d'augmenter le nombre de jours pendant lesquels on opérera.

Pour mettre en pratique la tyndallisation, prenons d'abord le cas d'une solution : on la met dans un flacon stérilisé que l'on bouche par un tampon d'ouate ou par un bouchon de liège aseptique, et on chauffe au bain-marie, ou encore dans une étuve de laboratoire dont la température est bien déterminée et ne dépasse pas les limites que nous venons d'indiquer.

Pour les objets à stériliser, il suffit de les mettre dans un bocal contenant une très petite quantité d'eau, de façon que ce soit la chaleur humide qui agisse. On en obture l'ouverture par une plaque d'ouate que l'on recouvre d'un couvercle ou d'un large cristallisoir en verre, et le tout est soumis à l'action du chauffage discontinu.

Nous aurons du reste l'occasion, à propos de la stérilisation des éponges, de revenir sur la technique de ce procédé de stérilisation par chauffage discontinu.

D. **Aseptisation par filtration.** — Certains liquides et certaines solutions ne peuvent être stérilisés par l'action de la chaleur sèche ou par celle de la chaleur humide, on est alors obligé d'avoir recours à la filtration à travers une paroi poreuse. Si on réa-

lise ainsi la stérilisation, ce n'est pas parce que les pores de la paroi filtrante sont d'un diamètre plus petit que celui des microorganismes à retenir, mais cet arrêt des microbes est dû, d'après Duclaux, à une force d'adhésion particulière qui les maintient collés et adhérents et qu'un courant liquide ne peut enlever.

Cette puissance d'adhésion et de fixation des germes est variable avec la nature de la substance filtrante. A cet égard, le filtre de porcelaine dégourdie de M. Chamberland semble jouir d'une activité particulière.

Ce filtre, appelé bougie, en raison de sa forme, est constitué par un cylindre de porcelaine dégourdie, fermé par un bout et terminé de l'autre par un téton ouvert. La filtration à travers cette bougie est toujours très lente quand elle s'effectue à la pression ordinaire ; il faut en général que le liquide à stériliser soit soumis à une certaine pression, ou qu'il soit sollicité à passer à travers les pores du filtre par une aspiration.

Pour la stérilisation de l'eau (Voir p. 63), cette bougie est généralement fixée dans une armature spéciale que l'on soude directement sur la conduite d'eau.

Lorsqu'il s'agit, en pharmacie, de filtrer des solutions, des liquides, on se sert avantageusement du filtre Kitasato.

Il se compose d'une fiole conique en verre très épais (*fig.* 11) portant deux tubulures, l'une supé-

rieure fermée par un bouchon de caoutchouc, traversé par une bougie Chamberland surmontée elle-même d'une ampoule de verre faisant l'office d'entonnoir et rétrécie à sa partie supérieure, l'autre latérale communiquant avec un tube de verre terminé par deux olivettes.

Avant la filtration, l'appareil doit être stérilisé : à cet effet, on bouche les deux ouvertures au moyen de petits tampons d'ouate et on porte l'appareil soit dans le four à flamber, soit dans l'autoclave. Pour rendre aseptique un liquide quelconque, il suffit de déboucher avec toutes les précautions voulues l'ouverture de l'entonnoir, d'y verser le liquide à stériliser et de relier la tubulure latérale à la trompe à eau. Sous l'influence du vide partiel produit dans l'appareil, la solution passe à travers la bougie Chamberland et vient se réunir dans la fiole.



Fig. 11. — Filtre de Kitasato.

On peut même répartir ensuite le liquide stérilisé, en prenant toutes les précautions possibles pour éviter toute contamination, dans des flacons ou des

ampoules, préalablement stérilisés, que l'on ferme avec du coton aseptique ou que l'on scelle à la ligne.

Au lieu d'avoir recours à l'aspiration pour forcer le liquide à passer à travers la bougie, on peut, au contraire, exercer une pression graduelle sur le liquide à stériliser. On se sert alors de l'appareil suivant :

Le liquide qui doit être filtré est placé dans le récipient A (*fig.* 12), en cuivre, à parois solides et dont le couvercle B se fixe avec de fortes vis de pression C. Ce réservoir porte, à sa partie inférieure, un filtre Chamberland ; un robinet G règle le passage du liquide du réservoir dans l'espace qui entoure la bougie K. La pression s'obtient à l'aide d'une pompe aspirante et foulante de Gay-Lussac P, qui se fixe en E à une tubulure à robinet que porte le couvercle du réservoir. Un manomètre F indique la pression obtenue.

La bougie filtrante, employée dans ces divers appareils, doit, avant chaque opération, être nettoyée et stérilisée. Il suffit pour cela de la brosser avec une brosse dure, de la laver à grande eau et mieux de la plonger pendant quelque temps dans l'eau chaude pour la débarrasser le plus possible des produits solubles enfermés dans les pores du filtre. On sèche ensuite la bougie à l'étuve entre 37° et 40°, on la porte au rouge dans la flamme d'un bec de Bunsen, ou on la stérilise à l'autoclave.

Pour aseptiser les préparations opothérapiques,

on emploie de préférence la filtration à la bougie

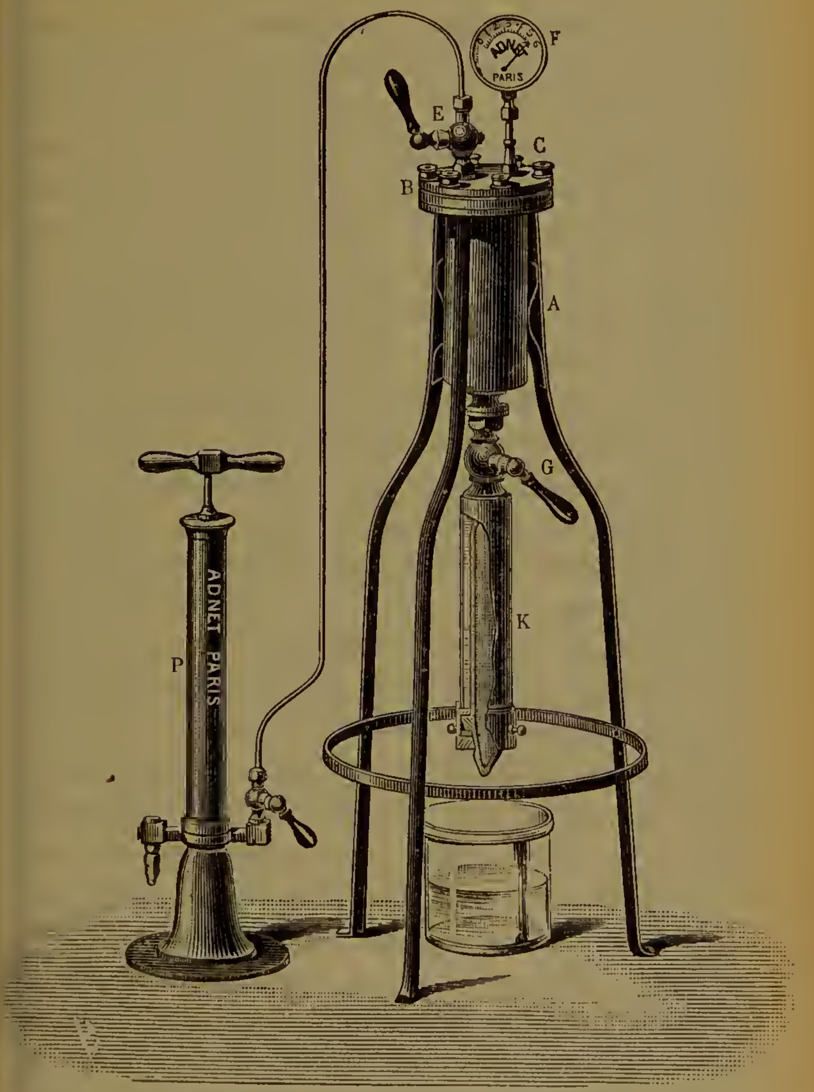


Fig. 12. — Appareil pour filtration sous pression graduelle.

d'alumine, sous pression d'acide carbonique, dans l'appareil d'Arsonval.

Avant de se servir d'une bougie de Chamberland il faut s'assurer qu'elle ne présente aucune fente, même mieroseopique, qui rendrait la stérilisation illusoire. Pour eela, on plonge la bougie dans l'eau et, par le téton ouvert, on insuffle de l'air au moyen d'une poire en caoutchoue : s'il existe la plus petite fente, on verra l'air s'échapper par bulles.

Le passage d'un liquide à travers la bougie est-il suffisant pour réaliser l'asepsie absolue ? On ne peut l'affirmer, ear on ne trouve pas toujours de filtres parfaits, quand à la régularité et à la petitesse des pores de la substance filtrante.

Nous verrons, à propos de la stérilisation de l'eau, que ee proeédé d'aseptisation est souvent insuffisant, et nous devons reeonnaître néanmoins que son emploi donnera des services en pharmaeie pour rendre stériles des liquides altérables par la chaleur.

Les bougies ont besoin d'être nettoyées assez souvent : on les brosse et, après lavage à l'eau stérile, on les autoelave à 120° pendant une demiheure ou, au besoin, on les fait séjourner assez longtemps dans un four de fourneau de cuisine. Cette pratique a toutefois, il faut le dire, un ineonvénient : c'est que faite par des personnes inexpérimentées, la bougie peut se fissurer. Il est préférable de faire la stérilisation à froid des bougies sans les démontrer, au moyen d'une solution de permanganate de potasse à 1 0/00, on les passe ensuite dans une solution de bisulfite de soude à 5 0/0.

Les bougies de porcelaine n'ont pas besoin d'être souvent remplacées. M. Guinochet a montré que des bougies employées depuis plusieurs années et ayant subi de nombreux nettoyages à la brosse, suivis de stérilisations à l'autoclave, avaient conservé la propriété d'arrêter les microbes et se comportaient comme les neuves.

On fabrique également des filtres en porcelaine d'amiante, dits filtres Garros, qui possèdent, au point de vue de la filtration, les mêmes propriétés que le filtre Chamberland.

Il est encore un point important sur lequel il est nécessaire d'attirer l'attention des praticiens, à propos des modifications qui sont susceptibles de se produire du fait de la filtration à travers les bougies. C'est que les filtres, en porcelaine ou autre matière poreuse, retiennent certaines substances albuminoïdes solubles, des diastases, des toxalbumines, etc. On évitera donc de filtrer sur bougie les solutions de ferments, les sérums thérapeutiques qui doivent leur activité à des diastases, à des toxalbumines ou à des antitoxines.

CHAPITRE III

ASEPTISATION DES OBJETS DE VERRERIE ET DES INSTRUMENTS EMPLOYÉS EN PHARMACIE

Tous les objets de verrerie doivent, avant leur stérilisation, être lavés avec soin à l'eau de savon ou avec une solution de carbonate de soude, puis rincés à l'eau bouillie. Nous ne saurions trop conseiller de faire un second lavage avec une solution d'acide chlorhydrique au 100e pour enlever les petites quantités d'alcali que contiennent presque tous les verres.



Fig. 13.
Tube à essai stérilisé.

Les matras, ballons, flacons, éprouvettes, tubes à essais sont bouchés avec un tampon de coton suffisamment tassé et débordant un peu en dehors (*fig.* 13).

Pour les pipettes jaugées, on prend une disposition différente : l'extrémité supérieure du tube de la pipette est obstruée par un petit tampon de coton que l'on enfonce d'un centimètre en-

viron, et la pipette est placée dans un tube à essai que l'on ferme avec un tampon de coton qui entoure à la fois la pipette et la maintient fixée et suspendue dans le tube à essai (*fig.* 14).

Fig. 14. — Pipette stérilisée.

Les tubes effilés sont seulement fermés, à leur extrémité supérieure et libre, par un tampon de coton et scellés à la lampe à leur extrémité inférieure (*fig.* 15).

Fig. 15. Tube effilé stérilisé.

Tous ces objets sont stérilisés soit à l'étuve à air sec, soit dans le four à flamber, à la température de 160-170°, que l'on maintient pendant une heure, ou encore en les laissant séjourner dans l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure. Tout le matériel de verrerie ne doit être retiré de l'autoclave ou de l'étuve qu'après refroidissement complet pour éviter la casse, et on recouvre d'un cornet de papier les goulots des matras, ballons, flacons, etc.,

et les extrémités libres des pipettes. Lorsqu'on veut conserver pendant un certain temps les matras, ballons et flacons stérilisés, il vaut mieux recouvrir le bouchon d'ouate d'un morceau de papier parcheminé, fixé au goulot au moyen d'une ficelle ou d'un capuchon de caoutchouc.

Le pharmacien fera bien d'avoir toujours une provision de ces divers objets, de dimensions variables, toujours stérilisés. On les conserve en les entourant d'une feuille de papier que l'on cachette pour éviter qu'on ne puisse les déboucher sans en être averti. Les tubes-pipettes et les tubes effilés doivent encore être flambés à leur surface avant d'être plongés dans un liquide stérile.

Les autres objets de verrerie ou de porcelaine qui servent aux manipulations en pharmacie, comme les capsules, entonnoirs, mortiers, pilons, verres à expériences, etc., seront soumis au flambage à l'alcool. Il faut autant que possible avoir quelques entonnoirs rodés pouvant être fermés par un disque également rodé ; le tout peut alors être stérilisé soit à l'étuve, soit à l'autoclave, en prenant la précaution de fermer la douille de l'entonnoir par un tampon de coton.

Lorsque le pharmacien, pris au dépourvu, n'a pas de flacon stérilisé à sa disposition, M. B. Moreau a préconisé plusieurs moyens d'aseptisation alors rapides qui ne peuvent servir qu'en cas d'urgence. Je ne signalerai que le procédé qui consiste à plonger entièrement le flacon à stériliser, muni

de son bouchon, dans de l'eau que l'on porte à l'ébullition et on fait bouillir pendant vingt minutes. Après refroidissement au sein de l'eau, le flacon peut être utilisé. Il est certain que ce procédé ne donne pas une asepsie absolue, mais il peut *exceptionnellement* être mis en pratique pour les flacons neufs.

Pour aseptiser les filtres en papier, on les laisse séjourner pendant une heure et plus dans l'étuve à 120°.

Les bouchons de liège doivent être enfermés dans un flacon à large ouverture bouché par de l'ouate, et on chauffe à l'autoclave à 120° pendant une demi-heure. Malheureusement cette stérilisation en présence de la vapeur d'eau modifie profondément la qualité du liège, qui se racornit.

Un chimiste américain, M. Greenwald, conseille de soumettre les bouchons à des fumigations de formol et d'alcool : le bouchon doit être, au préalable, bien nettoyé, bien séché ; il est alors soumis à l'imprégnation des vapeurs. Une fois séché, il est absolument débarrassé de tout germe et n'a rien perdu de ses qualités.

Les spatules, pinces, ciseaux et les mortiers en fer, en cuivre ou en bronze sont rendus stériles soit par le flambage à l'alcool, ou mieux par un séjour d'une heure dans l'étuve à air chauffée à 180°, ou dans le four à flamber.

Il est encore un point sur lequel nous voulons attirer l'attention des praticiens, c'est de déposer,

avant la manipulation et après l'aseptisation, tous les objets stériles qui doivent être employés, sur une plaque de tôle également stérilisée par flambage ou par le séjour dans une étuve, ou, s'il n'y a pas de contre-indication, de les plonger dans de l'eau stérile.

CHAPITRE IV

STÉRILISATION DES INSTRUMENTS DE CHIRURGIE

Le pharmacien peut quelquefois être appelé à assurer la stérilisation des instruments de chirurgie; aussi croyons-nous utile de donner sur ce sujet quelques indications pour la technique à suivre, d'autant plus qu'il aura parfois l'occasion de mettre ces principes en pratique pour des instruments, comme les ciseaux et les bistouris, nécessaires pour certaines manipulations.

Le procédé d'aseptisation le plus généralement suivi pour les instruments de chirurgie est de les enfermer dans une boîte métallique après les avoir recouverts d'un matelas de ouate. On chauffe, pendant une demi-heure à une heure, dans une étuve à air sec portée à 200°. On est à peu près certain d'obtenir, à l'intérieur de la boîte, une température d'au moins 180° nécessaire à la stérilisation.

L'industrie fabrique des boîtes métalliques fermées hermétiquement par une plaque d'amiante intérieure et, ensuite, par un couvercle serré au moyen d'écrous, ce qui permet le transport facile

des instruments stérilisés sans crainte de contamination.

Pour les instruments tranchants et coupants (bistouris, aiguilles, etc.), qu'il est bon de ne pas mélanger avec les autres objets dans la crainte qu'ils ne s'émoussent, ils sont placés séparément dans des tubes à essai, en verre assez épais, au fond desquels on a mis un peu de coton ; on bouche les tubes avec un tampon de ouate non hydrophile, et on stérilise par chauffage à 200° dans l'étuve à air sec.

On ne peut songer à utiliser, pour aseptiser les instruments, l'autoclave de Chamberland, car la vapeur d'eau pendant le refroidissement se dépose sur eux et tend à les rouiller ; en outre, les manches de nickel perdent leur éclat.

Toutefois M. P. Desfosses a donné un moyen d'utiliser l'autoclave, pour la stérilisation des instruments, sans nuire au tranchant des lames ni au poli du nickel. Cet auteur a mis à profit l'observation, faite par M. Maréchal, que les instruments en fer, en nickel et en acier ne subissaient aucune altération, lorsqu'ils étaient plongés dans une solution de borate de soude ou de benzoate de soude à 2 0/0. Il conseille alors de prendre un récipient, qui pourra être soit un bocal à très large ouverture, soit une capsule ou encore mieux la boîte métallique nickelée à fermeture à baïonnette employée pour la stérilisation des pansements. Dans le fond, on met une couche d'ouate sur laquelle on dis-

pose les instruments et les tubes contenant les objets tranchants et piquants. La boîte est maintenue ouverte. On ferme l'autoclave et on chauffe à une température de 130° à 134° que l'on maintient pendant une heure. On éteint le gaz et, quand l'aiguille du manomètre est revenue au zéro, on ouvre l'autoclave et on ferme la boîte métallique. On peut ainsi conserver, aussi longtemps qu'il est nécessaire, les instruments sans qu'ils se détériorent. Au sortir de la solution de borate ou de benzoate de soude, ils sont seulement recouverts d'une légère buée qui disparaît par le moindre frottement; le nickel reprend tout son éclat, et le tranchant des bistouris n'est nullement altéré.

M. S. Pozzi emploie ce procédé quelque peu modifié pour la stérilisation de ses instruments. Il opère également l'aseptisation dans l'autoclave, après avoir recouvert les instruments d'une compresse imbibée de la solution de borate ou de benzoate de soude à 2 0/0.

Le flambage à l'alcool ne sera employé que dans des cas tout à fait exceptionnels; nous avons suffisamment indiqué que ce procédé de stérilisation était infidèle et qu'il ne permettait pas de réaliser une asepsie absolue; il en est de même de l'ébullition même prolongée dans l'eau ordinaire.

Toutefois l'ébullition dans la solution de borate de soude à 2 0/0 est déjà plus efficace au point de vue microbicide, et on a en plus l'avantage de diminuer les chances d'oxydation du métal. Dans tous

les cas, il faut bien se garder, sous prétexte d'atteindre une température plus élevée, de faire la stérilisation dans des bains de chlorure de sodium, qui non seulement émoussent le tranchant des bistouris, mais les oxydent rapidement.

Dans les hôpitaux, on a souvent recours à l'ébullition dans de la glycérine pure ou additionnée d'eau, de façon à atteindre une température de 110 à 115° ; on réalise bien ainsi l'asepsie des instruments, mais l'opérateur est exposé à des vapeurs irritantes, les instruments sont poisseux et leur poli est altéré. Quelquefois, on pratique aussi le chauffage au bain d'huile, et H. Conradi conseille d'employer l'huile de sésame et de chauffer à 200°, c'est-à-dire à une température capable de détruire les spores les plus résistantes connues; la stérilisation une fois terminée, le récipient qui contient l'huile est mis dans un bain d'eau circulante. L'huile de sésame, dit l'auteur, fait la main souple sans la rendre glissante.

Quel que soit le procédé d'aseptisation choisi, les instruments doivent être au préalable nettoyés par un brossage de toutes les parties, et au besoin il est bon de les faire tremper pendant quelques minutes dans de l'alcool.

M. Panas a conseillé, pour les instruments employés en ophtalmologie, de les conserver, après stérilisation, dans une solution d'oxycyanure de mercure à 1 0/0 qui n'altère pas les objets métalliques.

La seringue stérilisable doit facilement se démonter, le piston doit être en amiante, en caoutchouc, ou en moelle de sureau pour qu'il puisse facilement supporter l'action de la chaleur. Celle-ci est d'abord lavée à l'eau de savon, puis avec une solution de carbonate de soude et ensuite à l'eau ; on la met dans un tube à essai en verre résistant et garni au fond d'une couche d'ouate, et on ferme le tube par un tampon de coton.

On stérilise le tout à l'autoclave à 134° pendant vingt minutes à une demi-heure.

Après refroidissement, on recouvre le bouchon d'ouate d'un capuchon de caoutchouc ou d'un tortillon de papier. La seringue ainsi stérile peut être facilement conservée et transportée.

L'aiguille des seringues, surtout pour injections hypodermiques, est ordinairement formée de platine iridié et peut, par suite, être facilement rendue aseptique par un flambage prolongé au contact de la flamme d'un bec Bunsen ou d'une lampe à alcool en ayant soin de tenir l'aiguille avec une pince. On peut aussi la stériliser à l'autoclave, à côté de la seringue dans le tube à essai fermé.

Quant aux aiguilles en acier, elles sont stérilisées comme nous l'avons dit plus haut, à propos des instruments susceptibles de se rouiller, en les plongeant dans une solution de borate de soude à 2 0/0 et en autoclavant.

On se contente souvent de soumettre la seringue à une ébullition prolongée. Nous répéterons à nou-

veau que ce mode d'antisepsie n'est généralement pas suffisant. Nous n'accordons également qu'une confiance très restreinte au procédé qui consiste à soumettre la seringue à un séjour prolongé au contact des vapeurs du formol. Mais, enfin, si on associe la stérilisation au formol à une ébullition faite ensuite, on peut considérer que l'instrument est pratiquement stérile.

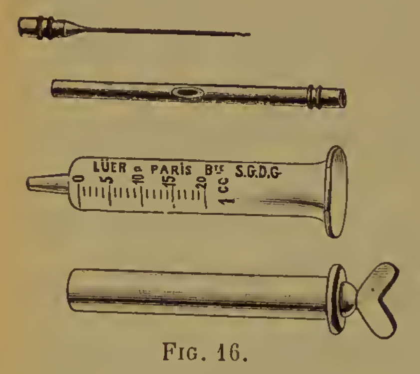


Fig. 16.

M. Luër a construit une seringue graduée tout en verre, très simple et ne comportant aucune garniture. Elle est formée d'un corps de pompe (voir *fig.* 16) en cristal dans lequel pénètre, à frottement doux, un piston également en cristal qui fonctionne sans le secours d'aucune substance onctueuse.

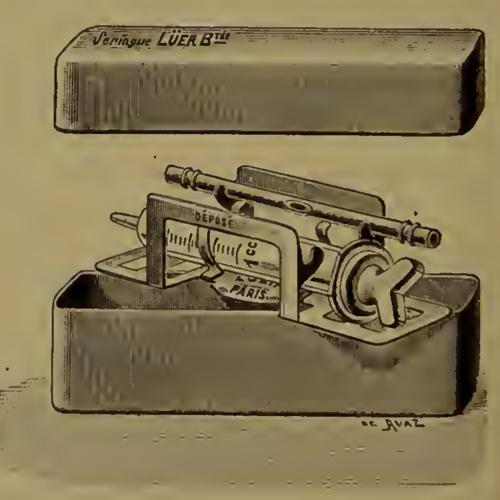


Fig. 17.

Cette seringue présente l'avantage d'être très simple et de stérilisation facile; elle est inattaquable par les alcalis et les acides. Sa transparence dans toutes les parties permet d'éviter l'introduction des bulles d'air. Cette seringue (voir *fig.* 17) est présentée dans une boîte métallique où peut se faire son aseptisation par ébullition. Pour cela on verse un peu d'alcool dans le couvercle renversé et on place la boîte sur le chevalet comme l'indique la figure 17, on plonge ensuite la seringue et le piston séparés, ainsi que l'aiguille, dans la boîte que l'on aura préalablement remplie d'eau. On allume l'alcool. On fait bouillir pendant le temps nécessaire à la stérilisation (*fig.* 18).

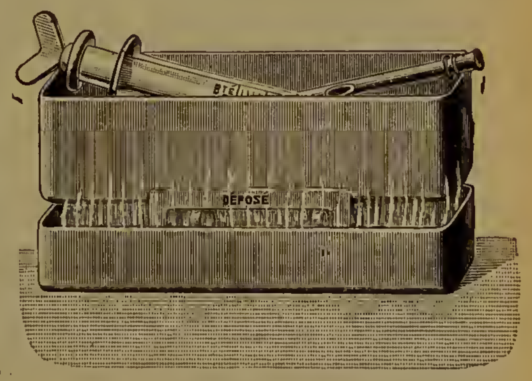


Fig. 18.

La seringue de Luër supporte aussi très bien le séjour dans l'autoclave, après l'avoir mise dans un tube à essai garni, au fond, d'un tampon d'ouate.

CHAPITRE V

STÉRILISATION DE L'EAU

Stérilisation de l'eau. — L'eau ordinaire renferme toujours des germes, généralement des microbes saprophytes, mais très souvent aussi des microbes pathogènes ; il est donc de toute nécessité, pour les besoins chirurgicaux et pharmaceutiques, de stériliser l'eau employée.

Il faut tout d'abord distinguer la stérilisation de l'eau pour les usages domestiques, qui est une opération hygiénique, de l'aseptisation de ce liquide pour les besoins médicaux qui doit être véritablement une opération bactériologique.

Dans la purification de l'eau pour les besoins domestiques, on a proposé, il y a quelques années, des agents chimiques (iode, brome, peroxyde de calcium, permanganate de potasse, permanganate de chaux, eau oxygénée, fluorure d'argent), qui rendent des services pour obtenir assez rapidement une certaine quantité d'eau potable. On ne peut songer à utiliser ces différents procédés d'*épuration chimique*, qui n'est pas une stérilisation au

sens absolu du mot, pour rendre stérile l'eau nécessaire à la chirurgie et à la pharmacie. Nous ferons toutefois exception pour l'emploi de l'ozone, comme agent microbicide, qui donne toute satisfaction au point de vue de l'asepsie et qui, au point de vue hygiénique, est appelé à rendre des services pour obtenir de grandes quantités d'eau potable. L'installation que nécessite cette méthode ne permet pas de la mettre en pratique par les pharmaciens.

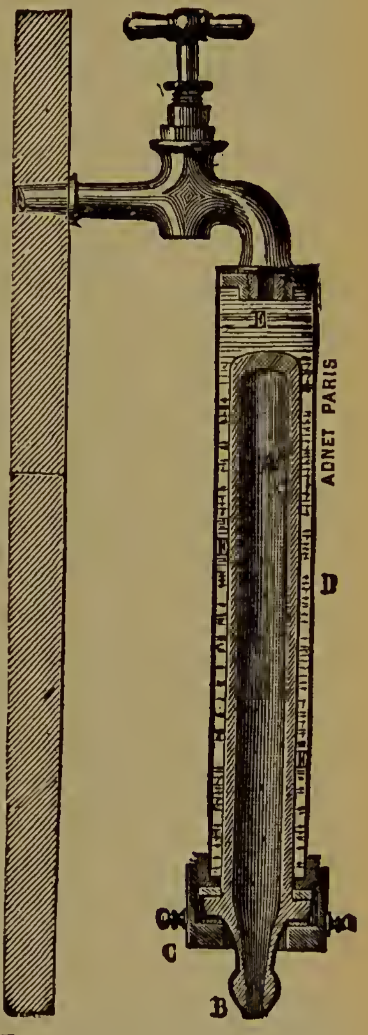


Fig.19. — Filtre Chamberland.

Comme moyens à mettre en œuvre pour rendre l'eau stérile, il reste les procédés physiques : la filtration et la chaleur.

Dans un dernier paragraphe de ce chapitre, nous relaterons le procédé tout nouveau de stérilisation des eaux potables par les radiations ultraviolettes produites au moyen de lampes spéciales

en quartz à vapeur de mercure luminescente dans le vide sous l'influence du courant électrique (appareil de Th. Nogier).

La filtration de l'eau se fait dans la bougie de Chamberland A (*fig.* 19), que l'on place dans un tube métallique D fixé au robinet qui s'adapte directement sur une conduite d'eau. En C, se trouve un écrou et une bague métallique qui, par l'intermédiaire d'une rondelle en caoutchouc, permettent une fermeture hermétique entre le tube métallique et la bougie. Lorsqu'on ouvre le robinet, l'eau remplit l'espace annulaire E et, sous l'influence de la pression, filtre lentement à travers le filtre et sort par le téton B.

Pour nettoyer la bougie, il suffit de dévisser l'écrou C et d'enlever la bougie que l'on brosse, qu'on lave à l'eau et qu'on autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure.

Nous avons déjà dit que la filtration à travers les filtres soit de porcelaine, soit d'amiante ne pouvait donner un liquide absolument stérile. D'après MM. Terrier et Morax, l'eau déjà passée au filtre Chamberland exige encore une ébullition prolongée pour être privée de tout germe.

C'est surtout à l'action de la chaleur qu'il faut avoir recours pour obtenir l'eau stérile. Bien que l'ébullition seule ne soit pas suffisante, on s'en contentera, dans la majorité des cas, pour les besoins médicaux et pharmaceutiques, à la condition de la prolonger au moins pendant une demi-heure. M. Mi-

quel a montré que l'ébullition, maintenue pendant quelque temps, purge l'eau des microorganismes dans la proportion de 995 pour 1.000. Ce n'est donc point là une asepsie absolue; aussi, si on tient à avoir une eau bactériologiquement stérile, le seul moyen à employer, c'est l'aseptisation par la vapeur sous pression.

Nous n'avons pas l'intention de décrire les différents systèmes de stérilisateur d'eau que fabrique l'industrie, et qui sont employés dans les salles d'opérations des grands hôpitaux; mais, nous basant sur l'axiome que nous avons formulé, à savoir que tout pharmacien doit posséder un autoclave, nous donnerons toutes indications nécessaires pour avoir de l'eau stérile au moyen de cet appareil.

Le procédé le plus simple et à la disposition de tous consiste à mettre l'eau à stériliser dans des bouteilles résistantes munies d'une fermeture automatique analogue à celle des canettes à bière, ou encore dans de simples bouteilles en verre épais dont le bouchon de liège est assujetti par un fil de fer, et à chauffer à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Lorsqu'en chirurgie on a besoin d'une certaine quantité d'eau stérile, pour un lavage par exemple, on se trouvera très bien du dispositif suivant indiqué par M. Léon Tripier : on prend un matras à fond plat A (*fig.* 20) de 2 litres environ de capacité. Son bouchon est muni de deux tubes en verre très courts

dont l'un présente à son extrémité libre un renflement rempli de coton pour la filtration de l'air (ce tube peut être tout simplement un tube à boule coudé B), et dont l'autre C reçoit un tube de caoutchouc sur lequel on place une pince de Mohr M. On remplit le matras d'eau jusqu'au niveau FG, de façon à ce que les deux tubes ne plongent pas dans le liquide. Ceci fait, on stérilise à l'autoclave à 120°. Quand on veut se servir de l'eau stérile, il suffit d'incliner le récipient et de régler l'écoulement de l'eau en ouvrant plus ou moins la pince. L'air extérieur ne pouvant rentrer dans le ballon que par le tube muni de son filtre de coton, l'eau ne peut être contaminée.



Fig. 20. — Matras de M. Tripier.

Nous avons légèrement modifié la disposition du matras de M. Tripier; car il arrive souvent que si on ne prend pas certaines précautions et si, par exemple, on incline trop rapidement le vase, l'eau s'écoule à la fois par le tube d'écoulement et par le tube contenant le coton, et l'eau est ainsi exposée à être souillée. C'est déjà cette dernière considération qui nous a décidé à mettre dans l'appareil de M. Tripier, au lieu d'un tube très court droit, le tube coudé B dont l'extrémité pénètre jusqu'au premier

tiers du matras M. Dans cette autre modification, le tube à boule B (*fig.* 21), muni de son tampon de coton et légèrement courbé pour pouvoir plus facilement diriger le jet de l'eau s'écoulant par le tube C, est effilé et recourbé à sa partie inférieure O. Lorsqu'on incline doucement le matras M pour écouler

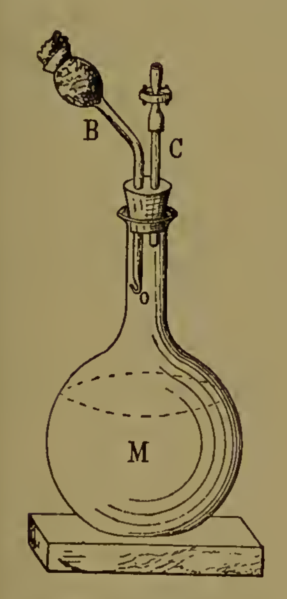


Fig. 21. — Matras pour eau stérilisée.

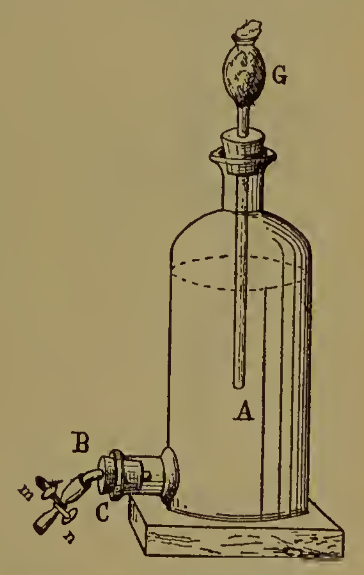


Fig. 22. — Flacon pour conservation de l'eau stérilisée.

l'eau, celle-ci n'a pas de tendance à passer par le tube à boule ; on évite ainsi toute contamination du fait du contact du liquide avec le coton souillé des poussières et germes abandonnés par l'air pénétrant dans le flacon.

En pharmacie, on doit toujours avoir une provision d'eau stérile pour les besoins journaliers ; aussi

conseillons-nous de prendre un flacon A, de 2 à 3 litres de capacité environ (*fig.* 22), muni d'une tubulure inférieure B ; cette dernière est garnie d'un bouchon de caoutchouc C traversé par un tube de verre auquel on assujettit un petit tube de caoutchouc fermé par une pince de Mohr *mn*. La tubulure supérieure porte un bouchon traversé par un tube à boule G garni de coton hydrophile. Cet appareil, rempli d'eau distillée, est placé directement dans l'autoclave et on stérilise le contenant et le contenu à 120°, pendant vingt minutes. Après refroidissement, le flacon est retiré, et on a ainsi de l'eau qui se conserve stérile. Il est facile alors, sans crainte de contamination, de faire écouler par le tube de caoutchouc, garni de sa pince, de l'eau stérile chaque fois que l'on en a besoin.

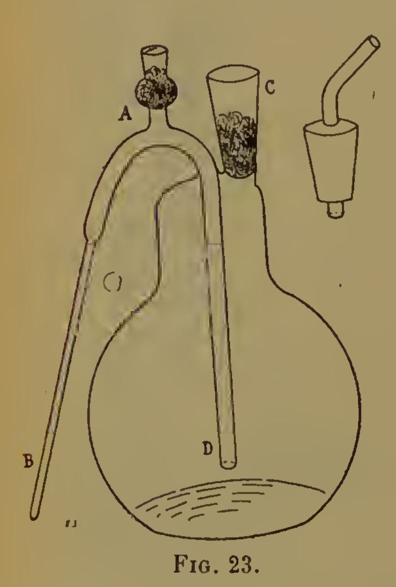


Fig. 23.

On peut aussi, avec grand profit, utiliser l'appareil décrit par M. Gaucher et dont cet auteur se sert pour conserver, dans un laboratoire de bactériologie, les liquides aseptiques et s'en servir au fur et à mesure des besoins. C'est en somme une pissette

entièrement en verre sans bouchon dont toutes les parties sont soudées entre elles. Le col C (*fig.* 23) qui est conique sert à remplir le flacon et est assez large pour permettre le dégagement de l'air pendant le remplissage et faciliter le lavage; le ballon une fois rempli, on le ferme avec un tampon de coton au-dessus duquel on place un bouchon muni d'un petit tube lorsqu'on veut s'en servir comme d'une pissette.

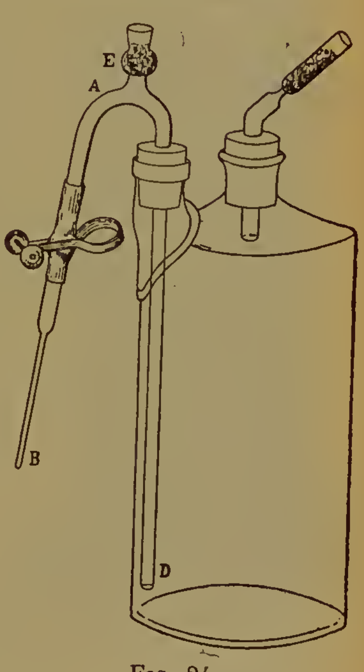


FIG. 24.

Le dispositif spécial consiste surtout en une ampoule A, qui est placée sur le tube abducteur et remplie d'ouate et à travers laquelle s'effectue la filtration de l'air rentrant après chaque émission du liquide.

Dans une pissette ordinaire, dès que la pression cesse de s'exercer à l'intérieur, le liquide encore contenu dans le tube abducteur est refoulé par la pression atmosphérique dans le sens BAD, et l'air, chargé de germes, rentre dans l'appareil. Ici grâce à l'ampoule A c'est par ce point que l'air rentre après avoir été filtré et le liquide se trouve partagé en deux colonnes : l'une qui achève de s'écouler dans le

sens AB, l'autre qui rentre dans le ballon dans le sens AD.

Au lieu de fermer à la lampe l'extrémité B, il est préférable de se servir de la paraffine. On évite ainsi de raccourcir le tube en en brisant ensuite la pointe à chaque opération nouvelle. Après l'avoir flambée, on approche de la pointe encore chaude un bloc de paraffine, et l'on obtient un petit bouchon qu'il est facile de faire fondre en flambant l'appareil avant de s'en servir. L'expérience journalière a montré que l'asepsie n'avait rien à craindre de cette pratique.



Fig. 25.
Boîte de M. Pauchet.

A défaut de l'appareil ci-dessus, un dispositif analogue peut être réalisé, comme on le voit dans la figure 24, en soudant une ampoule au tube abducteur d'un flacon de Wolf, par exemple. Il est indispensable toutefois de donner une certaine hauteur à la partie AE, située au-dessous de l'ampoule, afin de permettre, sans que le coton soit mouillé, l'ascension de la petite colonne de liquide qui se produit quand la pression s'exerce dans le flacon.

M. Pauchet a imaginé une boîte spéciale pour transporter en ville l'eau stérile nécessaire pour les pansements et lavages ou injections. Cette boîte (*fig.* 25) dans laquelle on stérilise l'eau à 134° dans l'autoclave est en cuivre nickelé, et elle est munie, à sa partie supérieure, d'un robinet démontable (*fig.* 26), d'un bouchon à fermeture absolument hermétique et d'une poignée; à la partie inférieure se trouve une ouverture qui peut recevoir soit un robinet ordinaire, soit un robinet à olivette (*fig.* 27), de sorte que la boîte soutenue par la poignée peut, au besoin, servir de bock à injection. Ce récipient est rempli d'eau; on ouvre le robinet supérieur et, ceci fait, on le met à l'autoclave et on chauffe à 134° pendant 10 minutes. Après refroidissement, la boîte est enlevée, on ferme le robinet supérieur et, quand on veut se servir de l'eau, il suffit d'obturer le robinet supérieur d'un tampon d'ouate pour filtrer l'air rentrant, et d'ouvrir le robinet inférieur.



Fig. 26.

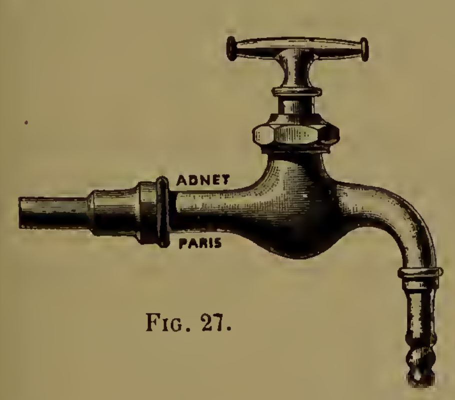


Fig. 27.

CHAPITRE VI

STÉRILISATION DES HUILES

Toutes les huiles destinées soit aux injections hypodermiques, soit aux collyres (collyres huileux) doivent être aseptiques.

On emploie pour ces divers usages l'huile d'olives, l'huile d'arachides ou l'huile d'amandes douces.

Tout d'abord, on commence par les débarrasser des petites quantités d'acide oléique libre qu'elles contiennent toujours en les agitant avec leur volume d'alcool à 95°, on laisse en contact pendant deux à trois jours, en ayant soin d'agiter de temps en temps. On décante l'huile à l'aide d'une ampoule ou d'un entonnoir à robinet, on la chauffe au bain-marie jusqu'à disparition des dernières traces d'alcool, on la met ensuite dans les matras à fond plat que l'on chauffe à 120° pendant vingt minutes. Il est préférable de boucher le matras avec un tampon de coton recouvert d'un papier parchemin pour empêcher l'eau de condensation d'y pénétrer et de le porter pendant un quart d'heure à vingt minutes dans l'autoclave à 130°.

On peut aussi, après évaporation de l'alcool, répartir l'huile dans des flacons que l'on bouche hermétiquement au moyen d'un fil de fer et on autoclave.

CHAPITRE VII

STÉRILISATION DE LA VASELINE, DE L'HUILE DE VASELINE ET DE LA LANOLINE

Avant de stériliser la vaseline, il faut s'assurer qu'elle n'est pas acide; pour cela, on en fait fondre à une douce chaleur une petite quantité que l'on agite avec son volume d'eau chaude; celle-ci ne doit présenter aucune réaction acide.

Pour procéder à son aseptisation, la vaseline est chauffée soit dans une capsule, soit, ce qui est préférable, dans un vase d'Erlenmeyer, et on chauffe à 130° pendant vingt minutes; on laisse refroidir à 60-70°, et on coule dans des flacons bas à très large ouverture, bouchés à l'émeri et préalablement stérilisés.

On peut aussi, et ce moyen donne de très bons résultats, mettre directement la vaseline fondue dans le flacon que l'on ferme hermétiquement en assujettissant le bouchon avec une feuille de parchemin très résistant, et on autoclave le tout à 130-134° pendant vingt minutes. Le flacon n'est retiré de l'autoclave qu'après refroidissement complet.

On a l'habitude de délivrer souvent la vase-

line dans des tubes en étain; il est indispensable avant la mise en tubes, de passer ceux-ci à l'étuve sèche à 120° et de les remplir avec la vaseline fondue et stérilisée.

Le médecin a très souvent besoin, pour les examens cliniques et, en particulier, en gynécologie, d'une vaseline qui reste stérile même après que le flacon a été ouvert et qu'on en a déjà prélevé une certaine quantité. M. Hélouin a donné, à cet égard, un procédé très pratique et en même temps très simple de délivrer une vaseline absolument aseptique et capable de rester telle : on prend un flacon bas à très large ouverture, préalablement stérilisé, susceptible d'admettre facilement deux doigts ; on le remplit aux deux tiers de vaseline tout d'abord aseptisée par un chauffage direct et, après refroidissement, on la recouvre d'une solution antiseptique telle, par exemple, qu'une solution de sublimé colorée artificiellement. On peut employer, pour cette coloration, soit une solution de violet de méthyle à 1/200 ou de rouge d'indigo à 1 0/0. Pour les explorations cliniques, cette vaseline reste toujours aseptique, puisqu'elle ne peut être extraite que par des doigts stérilisés par leur passage à travers la solution antiseptique.

La maison Leune vient de faire fabriquer un récipient en verre destiné à stériliser et à conserver la vaseline qui sert, dans les hôpitaux, aux examens cliniques. Ce récipient est formé d'un bocal en verre très épais, à très large ouverture, et portant

près de son entrée un rebord assez large sur lequel repose une rondelle de caoutchouc. Ce vase est fermé par un couvercle également en verre venant reposer sur le joint de caoutchouc ; celui-ci est fixé par une bride en fer-blanc ou en laiton passant par-dessus le couvercle et prenant un point d'appui au-dessus du rebord où on le fait glisser.

La *vaseline liquide* ou l'*huile de vaseline*, utilisée en pharmacie pour les injections hypodermiques, ne peut guère être stérilisée par un chauffage direct en raison des dangers d'inflammation; il est préférable de mettre le liquide dans un flacon muni d'un bouchon que l'on ficelle et de stériliser à l'autoclave à 130° pendant vingt minutes.

La *lanoline* et tous les autres corps gras concrets peuvent être facilement aseptisés en opérant comme pour la vaseline.

CHAPITRE VIII

STÉRILISATION DES PRÉPARATIONS MÉDICAMENTEUSES : SOLUTIONS AQUEUSES (SOLUTIONS POUR INJECTIONS HYPODERMIQUES, SÉRUMS, ETC.) ; SOLUTIONS HUILEUSES

I. — SOLUTIONS AQUEUSES

En thèse générale, toutes les *solutions aqueuses* destinées aux pansements, même celles qui sont faites avec des agents antiseptiques (solutions boriquées, phéniquées, de sublimé, de biiodure de mercure, etc.), doivent être préparées avec de l'eau stérilisée. Nous avons antérieurement suffisamment insisté (voir p. 2) sur l'inefficacité de la plupart des antiseptiques vis-à-vis des spores bactériennes et même des bactéries, pour ne pas revenir sur l'importance qu'il y a à effectuer ces diverses solutions avec de l'eau stérile.

Les *solutions aqueuses* pour *injections hypodermiques*, pour *collyres* doivent également être privées de tout microorganisme.

Il arrive souvent que le principe actif à dissoudre est altérable par la chaleur ; la technique à suivre devra donc être en rapport avec la nature de la substance. On peut déjà simplifier la stérilisation finale de la préparation en se servant, pour effectuer la dissolution, d'eau aseptisée par l'autoclave. Nous pouvons voir encore là un exemple de la nécessité qu'il y a pour le pharmacien d'avoir toujours une provision d'eau stérilisée.

En plus de cette première précaution dans l'opération de la dissolution, il faut encore avoir le soin de se servir d'un mortier, d'un pilon et d'un flacon stérilisés ; on a ainsi beaucoup de chances pour que la préparation soit, pour ainsi dire, déjà privée de la plus grande quantité des microorganismes.

Enfin, pour plus de sûreté, on complète l'aseptisation par une dernière stérilisation dont le mode différera suivant telle ou telle solution. S'il s'agit de solutions non altérables par la chaleur, de solutions de sels minéraux par exemple, on les chauffera à l'autoclave à 120° pendant dix minutes.

En règle générale, nous conseillons, pour les solutions des alcaloïdes et de ses sels, de plonger dans l'eau le flacon bouché contenant la préparation, et de porter à l'ébullition pendant dix minutes, en prenant la précaution que le niveau de l'eau dans le bain-marie soit au moins à la hauteur de celui de la solution dans le flacon. Dans ces conditions, on n'a à redouter aucune altération, surtout si on emploie des verres cédant à l'eau peu d'alcali.

Ce dernier point est important : en effet, MM. Ribaut et Duffour ont démontré qu'en stérilisant les solutions de chlorhydrate de cocaïne, une partie de l'alcaloïde est toujours décomposée quelque soit le verre employé ; mais, d'après eux, ce dédoublement peut être considéré comme négligeable, au point de vue pratique, avec des verres cédant très peu d'alcali ou avec des verres relativement très alcalins lorsque la température reste au voisinage de 100°. L'emploi d'une température élevée devient, par contre, dangereuse avec des verres même moyennement alcalins.

D'après ces auteurs, le dédoublement de la cocaïne pouvait atteindre jusqu'à 60 0/0 du poids du principe actif, quand on opérait la stérilisation, à l'autoclave à 123°, de la solution de chlorhydrate de cocaïne mise dans des verres cédant à l'eau une proportion élevée d'alcali.

Comme la question de stérilisation des solutions de chlorhydrate de cocaïne a suscité de nombreuses controverses, M. A. Lesure a repris cette étude dans le laboratoire de M. le professeur Bourquelot, en se demandant si on peut stériliser à l'autoclave à 120°, sans risquer une décomposition partielle, une solution aqueuse de chlorhydrate de cocaïne : 1° dans des verres de choix à peu près neutres comme ceux d'Iéna et de Sérax ; 2° dans des verres du commerce d'alcalinité moyenne ou même élevée.

Après de nombreuses expériences faites avec

beaucoup de soin, M. Lesure a formulé les conclusions suivantes :

1° Les dosages de cocaïne, d'une part et, d'autre part, parmi ses produits de décomposition, le dosage de l'acide benzoïque et la recherche de l'alcool méthylique établissent que, dans tous les verres, une fraction de cet alcaloïde est dissociée pendant la stérilisation à 120°;

2° Cette décomposition est d'autant plus grande que le verre est plus alcalin ;

3° Elle est absolument négligeable dans tous les bons verres (Iéna, Sérax), car elle atteint à peine 1/125 de la quantité totale de l'alcaloïde ;

4° Même avec des verres courants du commerce, à moins qu'ils ne soient pas trop alcalins (ce dont il est facile de s'assurer par un dosage), la perte d'alcaloïde après stérilisation est très peu prononcée, 1/60 avec le verre blanc ordinaire;

5° La petite altération qui se produit dans les meilleurs verres (Iéna, Sérax) ne paraît pas tenir à l'action propre de la chaleur, mais plutôt à l'imparfaite neutralité de ces récipients, puisque dans la silice fondue (neutre en présence d'alizarine sulfoconjuguée) l'altération est nulle ([1]);

1. M. Lesure a observé que le verre d'Iéna et le verre Sérax se comportent comme des verres neutres, c'est-à-dire que de l'eau distillée, chauffée pendant une heure à 120° dans chacun de ces verres, garde sa neutralité en présence de la phtaléine du phénol, mais d'autre part le fait que cet auteur a trouvé des traces d'altération des solutions de chlorhydrate de cocaïne stérilisées dans ces verres a attiré son attention, et il s'est

6° La température de 100° au bain-marie, elle-même, quand on opère dans des vases de verre, provoque une altération minime d'alcaloïde ;

7° La stérilisation des solutions aqueuses de chlorhydrate de cocaïne à l'autoclave 110°-120° est pratiquement réalisable sans aucun inconvénient, dans tous les verres dont l'alcalinité ne dépasse pas trop sensiblement 3 centimètres cubes de soude centinormale pour 50 centimètres cubes (après une heure de chauffage à 120°) dans des ballons de capacité correspondante.

MM. Ribaut et Duffour prétendent même que ce dédoublement donne lieu surtout à de la benzoylecgonine avec une quantité bien moindre d'ecgonine.

Comme conséquence de ces recherches, il sera donc de toute nécessité, au point de vue pratique, de ne se servir que de verres peu alcalins pour les solutions d'alcaloïdes facilement décomposables et, en général, pour tous les sels d'alcaloïdes dont la base pourrait être alors mise en liberté par l'alcali du verre.

Pour s'assurer de la qualité d'un flacon à cet égard, il suffit de le remplir d'eau et de le porter à l'autoclave, pendant deux heures, à une température de 130° environ et de mesurer ensuite l'alcalinité de

demandé si, les quantités d'alcali cédées à l'eau étant très minimes, la phtaléine du phénol était un réactif suffisamment sensible. En effet, en employant comme[1] réactif indicateur l'alizarine sulfo-conjuguée, qui a le grand avantage d'indiquer la neutralité, M. Lesure a montré que les verres d'Iéna, de Sérax cèdent à l'eau une très légère alcalinité.

l'eau ainsi autoclavée à l'aide d'une solution de soude décinormale et de la phénolphtaléine comme indicateur. Pour avoir un terme de comparaison, on peut se baser sur les chiffres donnés par MM. Ribaut et Duffour, à savoir que, pour un verre peu alcalin, l'alcalinité de 100 centimètres cubes d'eau, au sortir de l'autoclave, est représentée par un demi-centimètre cube de soude décinormale, alors que, pour un verre très alcalin, elle sera équivalente à 40 centimètres cubes de cette même solution alcaline titrée.

M. Baroni a donné un moyen assez simple pour reconnaître si un verre cède facilement de l'alcali à l'eau bouillante ou surchauffée. Il suffit de préparer des solutions neutres de chlorhydrate de morphine à 1 ou 2 0/0, d'azotate de strychnine à $0^{gr},5$ 0/0 et de bichlorure de mercure à 1 0/0, et d'enfermer ces solutions dans les flacons à examiner. Ceux-ci sont ensuite soumis, pendant une demi-heure, à la vapeur d'eau sous pression dans l'autoclave. On n'observe aucune altération si le verre est neutre ; au contraire, on perçoit un dépôt cristallin, quelquefois même un changement de teinte si le verre est alcalin.

Pour l'essai des verres destinés aux ampoules, nous conseillons d'utiliser les indications données par MM. Schneider et Seiss : les ampoules sont remplies d'eau distillée additionnée d'une petite quantité de solution alcoolique de phénolphtaléine au $1/100^{e}$; on les place ensuite, après les avoir

scellés, dans l'eau bouillante ou la vapeur fluente. Tout verre dont le contenu est resté incolore peut être employé à la préparation et à la stérilisation des solutions hypodermiques d'alcaloïdes. Les ampoules dont le contenu se colore en rose ne doivent être employées qu'après avoir subi un nouveau lavage à l'eau bouillante. Celles dont le contenu se colore en rose encore dans ce deuxième traitement doivent être rejetées.

M. Dian a observé que le verre potassique et le verre d'Iéna supportaient très bien une longue ébullition dans l'autoclave, et conservaient intactes les solutions qu'ils contenaient; c'est, en somme, à la même conclusion qu'est arrivé M. Lesure. Il y aura donc avantage à se servir de ces verres, qui cèdent peu d'alcali à l'eau plutôt que les verres ordinaires formés surtout de silicate de sodium et de calcium.

Pour aseptiser les liquides injectables facilement altérables par la chaleur, on pourra avoir recours à la *filtration à la bougie* dans l'appareil de Kitasato préalablement stérilisé. Mais, en raison de l'incertitude que présente cette filtration au point de vue de l'asepsie absolue, il sera bon tout d'abord de préparer la solution injectable avec toutes les précautions aseptiques que nous avons déjà indiquées : emploi d'un matériel stérilisé (mortiers, pilons, filtres) et d'eau stérile.

Nous allons passer maintenant rapidement en

revue les principales solutions stérilisées faites en pharmacie et donner, pour chacune d'elles, le procédé d'aseptisation qui lui est préférable.

a) **Solutions de chlorhydrate de cocaïne.** — Nous venons de voir que les opinions contradictoires qui se sont manifestées relativement à l'efficacité anesthésique des solutions de chlorhydrate de cocaïne, par suite de la possibilité de leur altération sous l'influence de la chaleur nécessaire à la stérilisation, s'expliquent par ce fait que certains auteurs ont employé des verres cédant à l'eau peu d'alcali, et d'autres, au contraire, des verres très alcalins. Il en résulte, comme nous l'avons vu précédemment, un dédoublement de la cocaïne d'autant plus grand que l'alcalinité communiquée à l'eau de la solution est plus élevée ; de là les irrégularités constatées dans l'action physiologique de ces liquides.

Nous avons relaté précédemment les conclusions du travail de M. Lesure, à savoir que la décomposition de la cocaïne est absolument négligeable dans tous les bons verres (Iéna, Sérax), car elle atteint à peine 1/125 de la quantité totale d'alcaloïde et que la stérilisation était facilement réalisable dans les conditions que ces auteurs ont déterminées (voir p. 80).

Le procédé général de préparation que nous avons déjà recommandé, c'est-à-dire : employer, pour effectuer ces solutions, un matériel déjà aseptique et de l'eau autoclavée, et ensuite chauffer la solution, pendant un quart d'heure à vingt minutes, dans un bain-marie bouillant, répond aux

exigences les plus grandes de l'asepsie chirurgicale.

La décomposition de l'alcaloïde sera minime si on a le soin, comme on vient de le dire, de prendre des flacons dont le verre cède peu d'alcali à la solution.

M. Krymow a reconnu qu'on pouvait obtenir des solutions parfaitement stériles et très actives en dissolvant le chlorhydrate de cocaïne dans l'eau stérilisée, et chauffant ces solutions pendant trois heures à une température de 60°.

b) Les **solutions de chlorhydrate de morphine** peuvent être stérilisées par un chauffage à 100° à l'autoclave pendant 10 minutes, ou au bain-marie bouillant pendant 15 minutes comme le recommande le Codex.

Les ampoules de morphine autoclavées à 120° se colorent d'autant plus que le verre est alcalin. M. Lesure estime que cette altération est une oxydation produite, surtout à chaud, par la petite quantité d'air contenue dans les ampoules. L'oxydation est faible en milieu neutre, et elle se produit en milieu alcalin, alcalinité résultant de l'action de la haute température sur le verre. Comme l'oxydation est nulle en milieu acide, M. Lesure conseille d'ajouter de l'acide chlorhydrique en assez faible quantité pour que la solution ne soit pas douloureuse lorsqu'elle est injectée par voie hypodermique ; cette quantité varie avec la nature du verre ; on doit donc titrer l'alcalinité du verre à employer.

Pratiquement, dit M. Lesure, un excès d'acide correspondant à 8 ou 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur par litre serait une limite convenable pour empêcher l'oxydation des solutions de morphine qui ne sont pas destinées à être prochainement employées. De plus, il faut avoir soin de purger complètement d'air le liquide et le récipient. Ce dernier desideratum est, il faut l'avouer, difficile à réaliser. Aussi conseillons-nous d'appliquer à la préparation de ces solutions la technique précédemment indiquée pour les solutions de cocaïne : c'est-à-dire dissolution de sel alcaloïdique dans de l'eau stérile avec emploi d'un matériel aseptique. On n'a plus qu'à parfaire l'aseptisation par chauffage d'un quart d'heure au bain-marie à 100°.

Les solutions ainsi faites ne subissent aucune modification chimique et se conservent parfaitement. Il faut, bien entendu, avoir soin de n'employer que des flacons dont le verre est peu alcalin.

Nous rappellerons que c'est justement le chlorhydrate de morphine qui sert à M. Baroni pour s'assurer de la bonne qualité des verres destinés aux solutions de sels facilement décomposables.

c) Les **solutions d'adrénaline** sont altérables à l'air et à la lumière en s'oxydant facilement. Suivant M. Chevallier, ce processus d'oxydation conduit à la formation d'oxyadrénaline inactive au point de vue physiologique. Cette transformation est généralement plus active en milieu alcalin. Il s'ensuit

que, lors de la stérilisation, il faudra bien éviter l'emploi des verres qui communiquent facilement une alcalinité à l'eau, et on devra employer exclusivement des verres colorés.

Les solutions de chlorhydrate d'adrénaline sont généralement faites au millième en employant, comme dissolvant, la solution normale de sérum physiologique (eau stérile 1.000 centimètres cubes, chlorure de sodium 7 grammes), à laquelle on ajoute 5 0/00 de chlorétone (alcool butylique trichloré), considéré comme agent conservateur et antiseptique. Il est bon de nc préparer que de petites quantités de ces solutions à la fois et seulement au moment du besoin. Quelques auteurs prétendent que le chauffage des solutions d'adrénaline à l'autoclave à 120° n'altère en rien leur activité physiologique, lorsque l'on emploic des verres absolument neutrcs. — Nous croyons qu'il est néanmoins préférable de s'en tenir à notre technique habituelle, préconisée pour la plupart des solutions injectables, et de faire unc solution aussi stérile que possiblc et de chauffer finalcmcnt celle-ci au bain-maric à 100°.

d) C'est aussi à ce procédé que nous accordons la préférence pour aseptiser les solutions de scls d'atropine, de quinine, dc strychnine, bien qu'à la rigucur tous ces composés subissent, sans grandes modifications, l'action de la vapeur d'eau à 120° à l'autoclave.

Toutefois la préparation des solutions de caco-

dylate de strychnine présente quelques difficultés, car ce sel est décomposé soit par l'eau, soit par l'eau glycérinée en ses deux constituants, acide cacodylique et strychnine; il en résulte la formation d'un précipité de strychnine très peu soluble dans l'eau. On a proposé, pour obvier à cet inconvénient, d'ajouter une petite quantité d'acide sulfurique, mais la solution possède une réaction acide qui rend les injections douloureuses. On peut, il est vrai, saturer exactement l'acidité au moyen de la soude, mais, comme le fait justement observer M. Baroni, la solution est composée alors de sulfate de strychnine et de cacodylate de soude. Cet auteur estime qu'il serait préférable de préparer le cacodylate de strychnine par double décomposition au moyen de sulfate de strychnine et du cacodylate de soude et il reconnaît que ce *modus operandi* présente encore des inconvénients, car le sulfate de strychnine cristallise, suivant son mode de préparation, avec 5 ou 7 molécules d'eau et que le cacodylate de soude est plus ou moins hydraté. Aussi propose-t-il, avec justesse, d'employer le nitrate de strychnine qui cristallise à l'état anhydre et une solution de cacodylate de soude obtenue en saturant exactement par la soude titrée un poids donné d'acide cacodylique chimiquement pur. De plus, il ajoute une certaine quantité de glycérine pour la conservation. Ainsi, veut-on préparer une solution contenant, par centimètre cube, un *demi-milligramme de cacodylate de strychnine*, on pèse exac-

tement 0gr,1725 d'acide cacodylique pur qu'on dissout dans 100 centimètres cubes d'eau, puis on ajoute 12cm,5 de solution décinormale de soude; on complète avec de l'eau de façon à obtenir un volume total de 200 centimètres cubes : 1 centimètre cube de cette solution contient exactement 1 milligramme de cacodylate de soude. D'autre part, 0gr,50 de nitrate de strychnine sont mis en dissolution dans 30 grammes d'eau bouillante, puis on ajoute de la glycérine pure pour compléter le poids de 500 grammes : 1 gramme de cette solution contient 1 milligramme de nitrate de strychnine.

Pour obtenir la solution de cacodylate de strychnine, on pèse 420gr,5 de la solution glycérinée de sel de strychnine, on ajoute 169cm,5 de la solution aqueuse de cacodylate de soude et on complète le volume d'un litre. La solution renferme un *demi-milligramme de cacodylate de strychnine* par centimètre cube; on la divise en ampoules ou en petits flacons et on la stérilise à l'autoclave à 110°.

Les solutions d'atoxyl ou anilarsinate de soude commencent à s'altérer à 100°; cette altération est plus intense aux températures de l'autoclave, elle consiste en dédoublement du composé avec formation d'arséniate monosodique et d'aniline. On doit donc avoir recours pour aseptiser ces solutions à la méthode de Tyndall en ayant soin d'opérer dans des verres jaunes. M. G. Candussio préfère, pour éviter toute trace d'altération de l'atoxyl, faire la sté-

rilisation à froid par filtration sous pression à travers un filtre de porcelaine, en opérant à l'abri de l'air pour le remplissage et la fermeture d'ampoules. Les solutions d'atoxyl qui, lors de la conservation, prennent une coloration jaune paille, même légère, doivent être rejetées.

Les solutions de **glycérophosphate de chaux, d'ergotine** devront être faites avec de l'eau stérile, et on soumettra la préparation à la stérilisation par la tyndallisation, c'est-à-dire par un chauffage d'une demi-heure à 80-90° pendant trois et quatre jours consécutifs.

e) Pour les **solutions de sels minéraux**, l'aseptisation à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure sera la méthode de choix.

Dans toutes ces préparations, le pharmacien doit s'attacher à réaliser une stérilisation absolue et surtout en ce qui concerne les solutions aqueuses de sels, dites *sérums artificiels*, destinées à être injectées le plus souvent à doses massives, non seulement par la voie hypodermique, mais aussi par la voie intra-veineuse. Or, dans ce dernier cas, la moindre négligence dans l'aseptisation de ces sérums peut avoir de graves conséquences, qui mettent en jeu la responsabilité du pharmacien.

Nous ne saurions trop répéter que ces solutions salines (sérums artificiels) doivent être autoclavées à 120° pendant une demi-heure. On les conserve dans des flacons ou encore, très souvent, dans des ampoules de grandeur et de forme variables. Le

plus souvent ces liquides une fois aseptisés se conservent sans altération, à l'exception toutefois du *sérum de Trunecek* et aussi du *sérum de Chéron* qui contiennent, entre autres sels, des phosphates en dissolution. Il se forme alors fréquemment, lors de la stérilisation, un précipité dû à du phosphate de chaux provenant de la chaux du verre. On trouve maintenant, dans le commerce, des verres non calcaires ; néanmoins M. Paillard propose de remédier à cet inconvénient en ajoutant, aux solutions salines phosphatées, une petite quantité d'acide citrique (1 milligramme et demi à 2 milligrammes par centimètre cube).

Pour la stérilisation de quelques solutions injectables facilement altérables par la chaleur, on a recommandé de les aseptiser par filtration à la bougie. Nous estimons que ce procédé n'est pas toujours réalisable, car on ne trouve pas, dans toutes les pharmacies, une pression d'eau suffisante pour favoriser la filtration à la bougie ; de plus il présente certains inconvénients sur lesquels nous avons déjà appelé l'attention. Aussi, nous pensons que les indications précédemment données pour aseptiser les solutions les plus altérables répondent à tous les cas de la pratique pharmaceutique journalière.

f) **Sérum gélatiné.** — Il est un point très important sur lequel nous devons attirer tout particulièrement l'attention du pharmacien, c'est la préparation du SÉRUM GÉLATINÉ. Ce sérum n'est tout

simplement qu'une solution de 50 grammes de gélatine dans 1 litre de sérum physiologique artificiel, formé lui-même de 1.000 grammes d'eau et de 7 grammes de chlorure de sodium ; il est employé en thérapeutique comme médicament antihémorrhagique général [1].

Or, on a constaté, à la suite d'injections de ce sérum, plusieurs cas de tétanos attribuables à la gélatine. Cette substance est, en effet, éminemment septique, et elle est très souvent souillée par le bacille du tétanos et aussi par des microbes pyogènes. D'autre part, on sait que les spores du tétanos sont très résistantes ; il s'ensuit que, par une aseptisation incomplète, le sérum gélatiné est susceptible d'amener les accidents tétaniques qui ont été signalés.

Cette grave question a été portée à la tribune de l'Académie de médecine, qui, après un échange d'idées, a nommé une commission pour fixer exactement le mode de préparation *stérile* de ces solutions chloruro-sodiques injectables. Afin d'assurer l'innocuité de ces solutions et faire disparaître de leur technique toute possibilité d'une infection tétanogène, l'Académie de médecine a précisé de la façon suivante le procédé de préparation :

« Les solutions de sérum gélatiné doivent être faites en dissolvant 1 à 2 0/0 de gélatine dans une

1. On verra, plus loin, que le soluté de gélatine du Codex de 1908 est à un titre différent relativement à la proportion de la gélatine à employer.

solution aqueuse de chlorure de sodium à 7 grammes pour 1.000. Cette solution doit être répartie par fraction ne dépassant pas 150 centimètres cubes chacune, de façon à assurer une stérilisation effective au degré de température voulue. »

« Cette stérilisation sera faite à l'autoclave, dans la vapeur d'eau sous pression à 115° et pendant une durée de trente minutes. »

En même temps, MM. Gley et Richaud formulaient les règles de la préparation et de la stérilisation du sérum gélatiné de la façon suivante :

1° *Préparation.* — On prend :

Gélatine blanche de belle qualité.	50 gr.
Chlorure de sodium pur........	8 —
Eau distillée....................	1.000 —

On fait dissoudre au bain-marie et on introduit la dissolution dans un ballon stérilisé, fermé par un bouchon d'ouate.

2° *Stérilisation.* — On place le ballon à l'autoclave et, en observant les précautions d'usage, on porte la température de l'appareil à 120°. Cette température est maintenue pendant un quart d'heure. Le gaz est éteint, et le ballon est retiré quand l'aiguille du manomètre est revenue depuis un moment à son point de départ. On filtre la solution et on la répartit, par fraction de 250 grammes, dans une série de ballons stérilisés d'une contenance de 300 centimètres cubes environ. Ces ballons sont portés à l'autoclave et on procède à une

nouvelle stérilisation de dix minutes à 120°. Au sortir de l'autoclave, ces ballons sont recouverts d'un capuchon de caoutchouc.

Dans ces conditions, la solution se conserve pour ainsi dire indéfiniment et on peut la préparer d'avance.

La fraction de 250 grammes est, en général, la quantité habituellement employée pour une injection. Toutefois MM. Gley et Richaud conseillent aux pharmaciens de préparer aussi, pour les divers besoins médicaux, quelques doses de 50 à 60 grammes et des doses de 500 grammes.

A la température de 120° dans la vapeur d'eau sous pression, on est certain que les spores tétaniques sont tuées.

On avait craint que cette température n'enlève aux solutions de gélatine leurs propriétés coagulantes, car on observe parfois, après ce chauffage, que le produit de la stérilisation est devenu incapable de se solidifier par refroidissement. M. G. Pouchet a établi que ces solutions ainsi chauffées conservent sensiblement les mêmes propriétés coagulantes que la gélatine solidifiée initiale.

Le Codex 1908 donne, pour le *soluté de gélatine*, la formule suivante :

Gélatine officinale.............	10 gr.
Chlorure de sodium...........	7 —

On fait dissoudre, au bain-marie, la gélatine et le chlorure de sodium dans 500 grammes d'eau dis-

tilée. — On s'assure de la réaction du milieu au moyen du papier de tournesol ; si elle est acide, on neutralise par addition d'une solution déci-normale de soude, versée goutte à goutte et on complète le poids à 1.000 grammes avec de l'eau distillée. — On porte le ballon, dans lequel on a fait la dissolution, à l'autoclave à 110° pendant dix minutes. On filtre le liquide chaud et on répartit dans des récipients de 100 centimètres cubes préalablement stérilisés et on les porte à l'autoclave à 110° pendant un quart d'heure.

J'ajouterai qu'il est bon que les récipients (flacons ou ampoules) contenant la solution de gélatine soient mis pendant 3 jours, dans une étuve à la température de 37 à 38°, afin de s'assurer qu'aucune colonie microbienne n'apparaît. Ceci fait, les solutions sont conservés dans un endroit frais.

g) Les **solutions aqueuses de sels de mercure** (biiodure, benzoate, sublimé, cyanure), destinées aux injections hypodermiques, peuvent être stérilisées, comme les solutions des autres sels minéraux, par un séjour de quinze à vingt minutes à l'autoclave à 120°.

Nous ferons une exception pour le peptonate de mercure et le cacodylate de mercure, dont les solutions doivent être préparées avec un matériel aseptique et de l'eau stérile, sans stérilisation ultérieure.

II. — SOLUTIONS HUILEUSES

Les solutions huileuses, pour injections hypodermiques, se préparent avec de l'huile d'olives, d'arachides ou d'amandes douces

Ces huiles doivent être préalablement lavées à l'alcool pour leur enlever toutes traces d'acidité, et on les stérilise à 130°, comme nous l'avons indiqué (voir p. 72).

Dans ce paragraphe des solutions huileuses, nous comprenons également les solutions faites avec l'huile de vaseline facilement stérilisable aussi par la chaleur.

Les *solutions huileuses de biiodure de mercure* injectables peuvent sans inconvénient être chauffées à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Pour les injections de *calomel, d'oxyde jaune de mercure, de mercure* (*huile grise*), il est préférable d'employer à leur préparation un matériel complètement aseptique (mortiers, pilons, flacons, etc.), et de compléter l'aseptisation du produit final par un séjour de dix minutes, tout au plus, au bain-marie bouillant ou à l'étuve à 100°.

Il vaut mieux également, pour les *huiles camphrées, lécithinées*, opérer de la même façon en prenant toutes les précautions aseptiques et ne chauffer que peu de temps à 100°. Pour toutes ces préparations mises soit en flacons, soit en ampoules, il faut employer des verres jaunes de préférence au verre blanc.

CHAPITRE IX

PRÉPARATION DES AMPOULES

Les solutions stérilisées, journellement employées dans la médication hypodermique, sont généralement mises en flacons blancs ou jaunes, dans lesquels le médecin va puiser, chaque fois qu'il en a besoin, la quantité de liquide nécessaire à l'injection. Il en résulte qu'au bout d'un certain temps et malgré les précautions prises, le flacon étant maintes fois débouché, la solution se trouble et est contaminée.

Aussi l'usage de mettre les liquides à injecter dans des petites ampoules contenant juste la quantité nécessaire pour une injection s'est-il de plus en plus répandu dans ces dernières années. De plus cette forme ampoulaire rend de grands services au médecin, qui a ainsi à sa disposition, et sous un petit volume, le médicament à injecter, et ce qui lui permet aussi d'avoir toujours sur lui une série d'ampoules contenant les solutions injectables les plus urgentes,

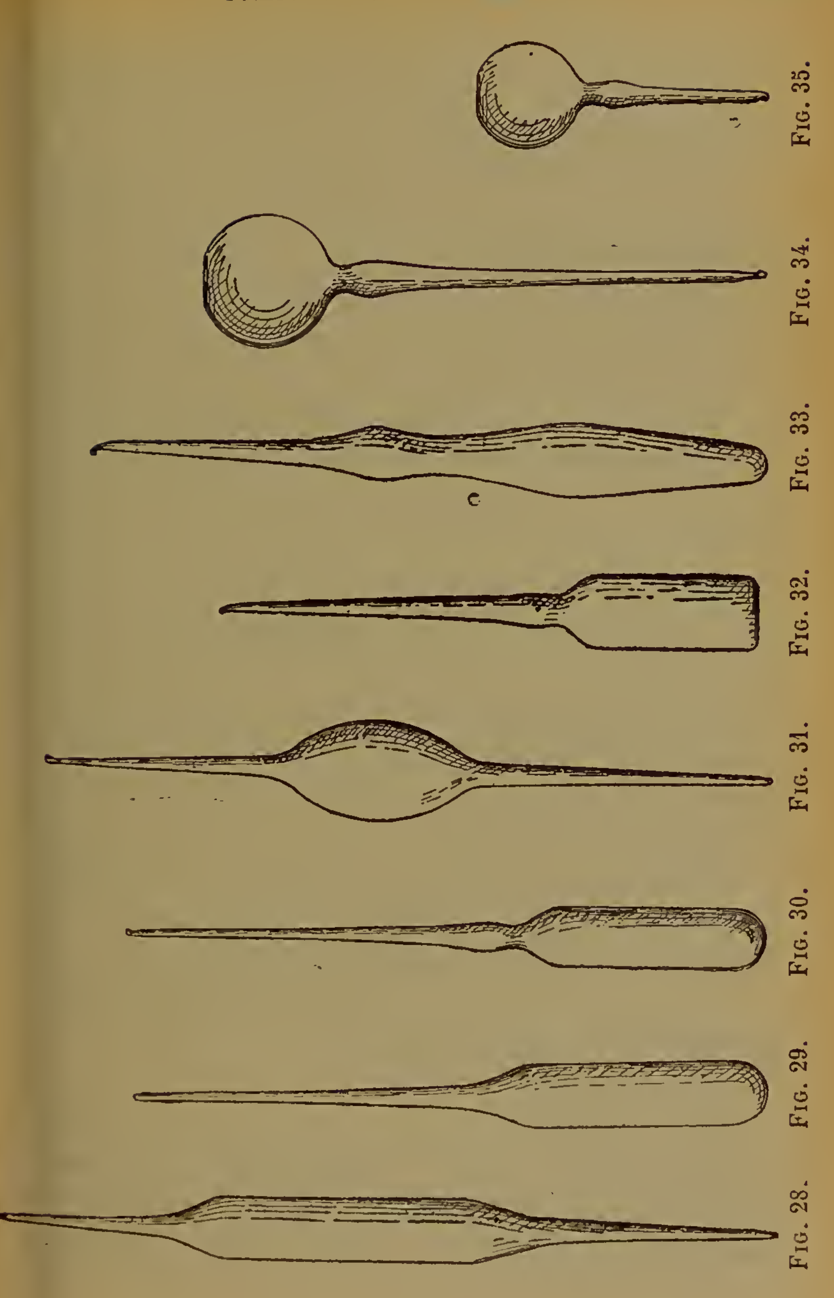
On emploie des ampoules de formes différentes

(*fig.* 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) en verre blanc, ou en verre jaune pour les produits altérables à la lumière, et pouvant contenir 1/2 centimètre cube, 1, 2, 3, 5 ou 10 centimètres cubes. On doit déterminer d'une façon exacte et une fois pour toutes la contenance des ampoules que l'on a adoptées.

Comme il est difficile, quel que soit le procédé employé, de les remplir complètement, ces petits récipients devront avoir une capacité d'environ un quart ou un cinquième en plus que le volume de la solution qui y sera renfermée. Ainsi les ampoules destinées à recevoir 1 centimètre cube de solution doivent avoir une capacité de 1 centimètre cube un quart; celles de 2 centimètres cubes, 2^{cc},5, etc.

Les ampoules doivent être fabriquées avec des verres qui ne cèdent à l'eau qu'une trace d'alcali (voir p. 81), qui ne soient ni calciques (verres ordinaires), ni plombiques (cristal), de façon à ce qu'il ne s'effectue aucune réaction avec les composés dissous dans la liqueur injectable. Il arrive, en effet, quelquefois que certains verres alcalins, calcaires ou plombiques, donnent lieu, après stérilisation des liqueurs qu'ils renferment, à la formation d'un précipité ou d'un composé nouveau soluble qui peut être toxique.

En général, le verre d'Iéna et le verre Sérax, que nous avons déjà recommandés pour les flacons destinés à contenir certaines solutions injectables, conviennent très bien pour la fabrication des ampoules.


FIG. 35.
FIG. 34.
FIG. 33.
FIG. 32.
FIG. 31.
FIG. 30.
FIG. 29.
FIG. 28.

Du reste, nous engageons le pharmacien, avant de se munir d'un stock d'ampoules vides, de pratiquer les essais suivants :

Quelques ampoules sont remplies, les unes d'une solution de chlorhydrate de morphine, les autres d'un sérum artificiel phosphaté, le sérum de Chéron par exemple, enfin un troisième lot, de sérum physiologique ordinaire. Les ampoules fermées sont autoclavées, pendant une heure, à 120°. On s'assure, après le refroidissement complet, que les liquides enfermés dans les ampoules restent limpides. Si les verres étaient alcalins, on observerait dans les premières ampoules un précipité cristallin de morphine; s'ils étaient calcaires, le sérum de Chéron serait troublé par formation de phosphate de chaux, et enfin, s'ils étaient plombiques, le sérum phosphaté et le sérum physiologique chloruré contiendraient un précipité de sels plombiques. On peut encore compléter ces essais en ouvrant séparément chaque catégorie d'ampoules et déterminant pour les unes l'alcalinité du liquide, tandis que, dans les autres, on essaye de déceler la présence des sels calcaires plombiques.

La préparation des ampoules pour injections comprendra deux opérations :

1° Le remplissage;

2° La stérilisation.

Les ampoules, dont la contenance a été déterminée en tenant compte des considérations faites à propos de la difficulté de les remplir complète-

ment, sont tout d'abord stérilisées soit dans l'autoclave, soit dans l'étuve à air sec.

Pour procéder à leur remplissage, on peut avoir recours à des techniques différentes, que nous allons passer en revue :

1° Lorsqu'on fait usage d'ampoules ouvertes à leurs deux extrémités (*fig.* 28 et 31), on plonge l'une des pointes effilées dans le liquide injectable et on aspire par l'autre avec la bouche. On n'a plus qu'à sceller les deux extrémités à la lampe.

Cette technique, la plus rapide et aussi la plus commode lorsqu'il s'agit de remplir ces formes d'ampoules, présente l'inconvénient d'être obligé d'aspirer le liquide avec la bouche ; de là une contamination de la solution qui n'a qu'une importance secondaire lorsqu'on doit procéder ultérieurement à la stérilisation. Ce procédé ne peut être utilisé quand on veut enfermer dans des ampoules stériles un liquide déjà aseptique. Il est vrai que l'on peut aspirer le liquide par l'intermédiaire d'un petit tube de caoutchouc fixé à l'extrémité de l'ampoule.

2° MM. Berlioz et Duflocq ont imaginé un dispositif ingénieux pour le remplissage des ampoules ouvertes seulement à une extrémité.

Les ampoules qu'ils emploient ont la forme de petites bouteilles dont le col étiré (*fig.* 36, T et *t*), d'une longueur correspondante à celle de l'aiguille de la seringue de Pravaz, se termine par une pointe effilée. Pour les remplir, on se sert d'un récipient (*fig.* 36, A), rond, en métal nickelé, argenté

intérieurement pour éviter toute altération des solutions, dans lequel on met le liquide injectable qui doit garnir les ampoules. Par-dessus on place un diaphragme métallique également argenté et percé de trous (*fig.* 36, B); il repose sur des petits taquets et peut s'enlever facilement. Dans chacun de ces trous, on engage la partie effilée de l'ampoule; l'appareil peut en supporter 110, la pointe tournée en bas et le fond en l'air, les pointes plon-

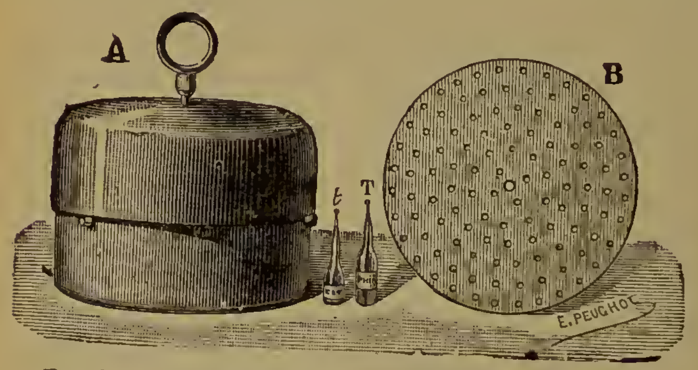


Fig. 36. — Appareil pour remplissage des ampoules de MM. Berlioz et Duflocq.

geant toutes dans le liquide contenu dans le récipient A. Lorsque toutes les ampoules sont ainsi placées, on recouvre avec un couvercle assez haut, pour ne pas les toucher. Ce couvercle est percé d'un trou, à sa partie supérieure, pour laisser passer une tige à l'extrémité de laquelle on visse ensuite un anneau.

L'appareil tout entier est porté à l'autoclave, où il est maintenu pendant vingt minutes à 110 ou

120°. MM. Berlioz et Duflocq ont constaté, par une double pesée, que la perte de liquide résultant de cette opération était à peu près nulle et par conséquent ne modifiait en rien le titre des solutions.

Après refroidissement, l'appareil est retiré et placé sous une cloche à vide, dont les parois sont enduites de vaseline au sublimé. Cette cloche est surmontée d'une tubulure munie d'un robinet. On la met en communication avec une trompe; dès que celle-ci fonctionne, le vide se fait sous la cloche et, par là même, dans les tubes. Cinq minutes suffisent pour cette opération.

On ferme alors le robinet qui fait communiquer la cloche avec la trompe; puis on laisse rentrer l'air en le filtrant sur un tampon d'ouate stérilisée. La pression atmosphérique agit sur le liquide et le force à remonter dans les tubes. On enlève la cloche et chaque tube pris un à un est scellé à la lampe.

Il faut avoir soin de faire rentrer l'air lentement dans la cloche pour que le remplissage des ampoules se fasse complètement.

3° La méthode de MM. Berlioz et Duflocq donne, dans des mains expérimentées, de bons résultats. On peut aussi opérer d'une façon un peu différente et sans appareil spécial, en utilisant la cloche à vide pour le remplissage et procédant ensuite à une stérilisation des ampoules fermées. Voici comment on opère :

Les ampoules sont mises, la pointe en bas, dans la solution injectable placée elle-même dans un

cristallisoir. Ce cristallisoir est enfermé sous la cloche et on fait manœuvrer la trompe. Quand le vide est fait, on arrête l'écoulement de l'eau de la trompe et on fait rentrer l'air très lentement. Les ampoules se remplissent. On retire la cloche quand la pression à l'intérieur est rétablie, et on enlève les ampoules que l'on scelle à la lampe.

On procède ensuite à leur stérilisation en les autoclavant. Cette méthode ne peut être utilement employée que pour les solutions qui peuvent sans altération subir l'action de la vapeur sous pression à 120°. Elle demande, en outre, une pression d'eau suffisante pour le fonctionnement de la trompe, et elle exige une cloche à vide munie de ses accessoires indispensables et, en particulier, d'un régulateur de pression et d'un appareil empêchant les retours d'eau dans la cloche.

4° Lorsque la solution injectable supporte facilement la stérilisation à l'autoclave, M. G. Cazaux, avec bien d'autres auteurs, préconise un procédé qui permet de remplir les ampoules tout en les stérilisant. Il utilise l'autoclave que tout pharmacien possède maintenant ; on met les ampoules, ouvertes d'un bout, dans la solution qu'on veut y introduire, on met le tout dans l'autoclave, on ferme ce dernier et on allume.

Il faut avoir bien soin de laisser le robinet d'échappement ouvert, de façon à ce qu'il s'échappe un jet de vapeur quand l'eau sera en pleine ébullition ; ce jet de vapeur entraîne tout l'air contenu dans l'appareil.

On ferme alors le robinet qui maintient la température et la pression que l'on veut obtenir pendant le temps nécessaire à la stérilisation.

On laisse alors refroidir l'appareil sans laisser rentrer d'air.

Quand l'autoclave est complètement froid, le vide est parfait dans l'appareil et dans les ampoules ; il suffit alors d'ouvrir le robinet peu à peu, l'air rentre dans l'autoclave et les ampoules se remplissent.

Il ne reste plus qu'à fermer à la lampe ces ampoules pleines et stérilisées.

A notre avis, cette pratique présente quelques inconvénients : c'est ainsi que la vapeur d'eau, dans les premiers temps de chauffe, se condense sur la paroi interne du couvercle de bronze de l'autoclave et retombe en gouttelettes dans la solution injectable; il en résulte une modification dans la concentration de la solution. En outre, ces gouttelettes d'eau entraînent avec elles des poussières qui viennent troubler le liquide. D'autre part, la rentrée, dans l'autoclave, de l'air non stérilisé ou non filtré risque de contaminer la solution. Aussi conseillons-nous d'employer la dispositif suivant :

La solution, destinée à être mise en ampoules, est mise dans un flacon à très large ouverture (*fig.* 37), et on y plonge les ampoules ouvertes seulement à une de leurs extrémités; si on fait usage de tubes étirés, il sera donc nécessaire de fermer tout d'abord à la flamme une des ouvertures. Le vase est recou-

vert d'un entonnoir renversé de façon à ce que les parois débordent largement du flacon, la douille de cet entonnoir est obstruée par un tampon de coton hydrophile fortement tassé.

On porte tout le dispositif à l'autoclave et on chauffe. Il faut bien prendre la précaution de chasser tout l'air de l'autoclave ; c'est une condition indispensable pour que les ampoules se remplissent complètement. Pour cela, on fait une détente prolongée de vapeur. Puis on ferme le robinet d'échappement de cette vapeur et on stérilise à 120° pendant une demi-heure. On laisse refroidir. Le robinet de rentrée d'air est mis en communication, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un long tube de verre contenant du coton aseptique, et on l'ouvre de façon à ce que l'air rentre lentement. L'air, privé de tout germe, vient rétablir l'équilibre de pression, on déboulonne l'autoclave et, laissant toujours les ampoules plongées dans la solution restante et qui doit être en excès, on retire le flacon recouvert de son entonnoir. Les ampoules sont retirées une à une et scellées immédiatement à la flamme, soit du chalumeau, soit tout simplement d'un bec Bunsen.



FIG. 37. — Dispositif pour remplissage des ampoules.

On obtient, de cette façon, des ampoules presque entièrement remplies (aux 4/5 environ) et contenant la solution absolument stérile.

Lorsqu'on a à sa disposition un autoclave de Sorel, qui porte à l'ouverture du robinet un tube de platine pouvant être chauffé au rouge pendant la rentrée de l'air, on est certain, dans ces conditions, d'avoir une atmosphère stérile, à l'intérieur de l'autoclave, après refroidissement et équilibre de pression. On se dispense alors de mettre le tube garni de coton stérile précédemment décrit.

Il est bien entendu que ce procédé de remplissage ne peut être utilisé que pour les ampoules d'une contenance inférieure à 20 centimètres cubes et pour les solutions qui supportent sans altération l'action de la vapeur sous pression à 120°.

5° Pour les solutions injectables qui supportent bien l'ébullition sans s'altérer, M. G. Rodillon indique un tour de main qui permet de remplir les ampoules à une seule ouverture. Si on veut employer les tubes stérilisés ouverts aux deux extrémités, on en ferme une.

L'ampoule est alors saisie au moyen d'une pince et passée 3 ou 4 fois dans la flamme pour dilater l'air qu'elle renferme, sans cependant élever la température au-dessus de 150° environ, afin d'éviter la rupture de l'ampoule par l'immersion ultérieure dans l'eau. L'extrémité encore ouverte est de suite plongée verticalement dans de l'eau très chaude, afin d'en assurer l'asepsie. On laisse ainsi refroidir

quelques minutes les ampoules, une légère quantité d'eau (environ le quart de la capacité totale) y pénètre par suite de la diminution de pression déterminée par la contraction de l'air due au refroidissement. Durant ce temps, on prépare la solution titrée destinée à être répartie en ampoules, on la porte à l'ébullition tranquille que l'on maintient pendant tout le temps du remplissage.

Afin d'éviter que l'ébullition prolongée ne vienne, par évaporation du dissolvant, modifier le titre de la liqueur active, on devra n'opérer que sur de petites quantités à la fois (25 centimètres cubes par exemple, pour des ampoules de 1 centimètre cube 1/4).

Chaque ampoule est ensuite saisie par son extrémité obturée, si on a pris une ampoule à deux ouvertures, ou par le fond, si c'est une ampoule-flacon, on l'incline dans le sens de l'ouverture afin d'amener le liquide restant à proximité de celle-ci. On remarquera qu'à ce moment une faible quantité d'eau reste encore adhérente à l'extrémité opposée. On chauffe alors dans la flamme l'ampoule par sa région médiane. L'eau entre en ébullition, la vapeur émise chasse le liquide voisin de l'ouverture; à ce moment, en imprimant une légère secousse à l'ampoule, le reste de l'eau adhérant à l'autre extrémité s'échappe, puis, arrivant au contact de la paroi chaude, se vaporise brusquement en déterminant un jet de vapeur. A cet instant précis, et c'est là que réside la partie délicate de l'opération,

l'ampoule est plongée verticalement par son extrémité ouverte dans le liquide actif ; le refroidissement qui s'ensuit détermine une brusque contraction qui provoque le remplissage complet et immédiat de l'ampoule. Il ne reste plus qu'à retirer l'ampoule et à la fermer à la flamme ; mais comme l'extrémité effilée encore ouverte est pleine de liquide, il faut placer l'ampoule dans la partie mince de la flamme de façon que celle-ci arrive sur la région encore effilée qui précède immédiatement l'épaulement de l'ampoule : il se produit une projection du liquide en excès accompagné d'un bruit sec semblable à celui dû à la détonation d'une amorce. Il suffit alors de fermer l'ampoule à la flamme et de la laver extérieurement.

Si ces indications ont été bien observées, on est assuré d'avoir des ampoules absolument stériles.

Ce procédé est supérieur, au point de vue pratique et asepsie, à celui du remplissage par aspiration.

M. A. Barillé a donné un mode pratique et rapide de préparation des ampoules, dont le dispositif peut être installé, en grande partie, avec les ressources d'un laboratoire de pharmacie. Les ampoules vides sont tout d'abord aseptisées, elles sont à deux pointes scellées à la lampe et faites avec un verre neutre. Le dispositif de M. Barillé comprend une *réglette à curséur* et un *plateau porte-ampoules*.

1° La *réglette à curseur* (*fig.* 38) est destinée à couper toutes les ampoules à la même longueur en

frottant la partie effilée de chaque ampoule sur une petite lime triangulaire qu'on peut déplacer à l'aide du curseur C et que l'on fixe à la distance choisie au moyen de la vis à pression *v*. Les pointes

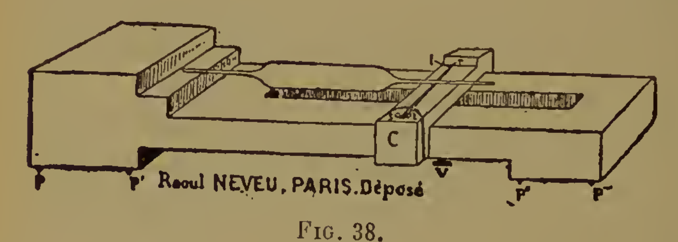


Fig. 38.

P, P′, P″, P‴, assurent la fixité de la réglette sur une table quelconque.

2° Le *plateau porte-ampoules* (*fig.* 39) est formé de deux disques en cuivre nickelé DD′ perforés de trous sur toute leur surface et séparés par un disque de caoutchouc de même diamètre. Avec un poinçon, on a percé dans ce caoutchouc des trous correspondant à ceux des deux disques métalliques. — Au centre du plateau se trouve une ouverture circulaire et sur les bords trois encoches dans lesquelles sont fixés trois pieds AA′ à vis en cuivre nickelé, garnis de verre à l'une des extrémités A′ pour éviter toute attaque des liquides dont on doit remplir les ampoules. Trois écrous moletés permettent de faire varier à volonté la hauteur du pla-

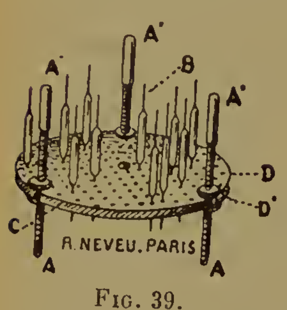


Fig. 39.

teau qui peut reposer indifféremment sur l'une ou l'autre face.

Lorsqu'on veut se servir de ce plateau porte-am-

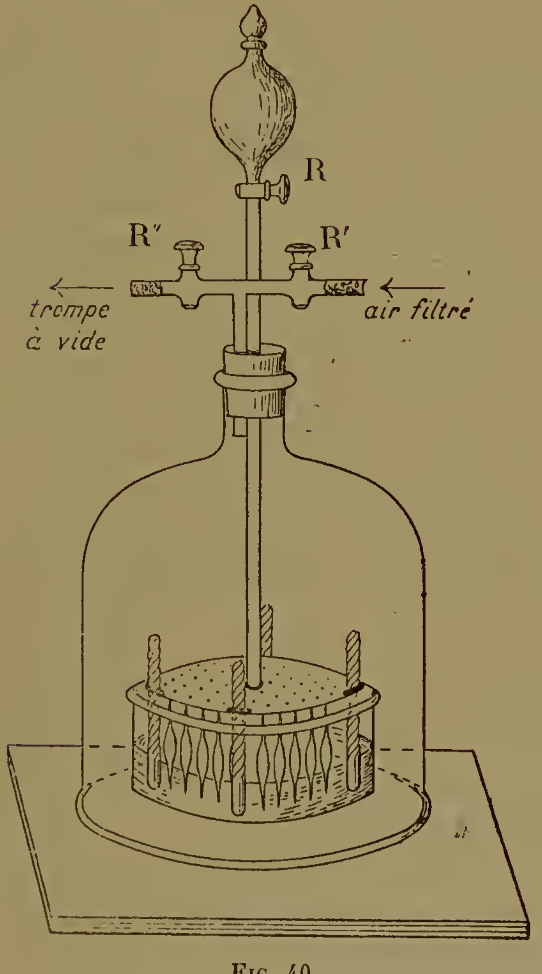


Fig. 40.

poules, on le place dans la position indiquée par la figure et on pique, dans chaque trou, une ampoule

par sa pointe fermée, en la mouillant si c'est nécessaire, pour en faciliter l'introduction : les ampoules restent ainsi bien fixées.

Pour remplir les ampoules par le vide, on règle la hauteur des montants du plateau garni d'ampoules de façon que les extrémités ouvertes de celles-ci viennent affleurer le fond du cristallisoir sans le toucher, et on place le tout sous la cloche à vide (voir *fig.* 40) portant un bouchon de caoutchouc à deux trous; par l'un des trous pénètre une boule à brome contenant le liquide à répartir en ampoules, et dont le tube d'écoulement passe par l'ouverture centrale du plateau. Le second trou du bouchon donne accès à un tube T muni de deux robinets R′ et R″ pour pouvoir soit faire le vide, soit faire rentrer l'air qui se stérilise par son passage sur coton.

Les robinets R et R′ étant fermés, on fait le vide par R″; lorsque le manomètre de la trompe marque 70 centimètres, on ferme R″ et on ouvre lentement R pour faire écouler le liquide dans le cristallisoir, en quantité suffisante; puis on ferme R et on ouvre R′; l'air filtré pénètre alors dans la cloche et les ampoules se remplissent.

Soulevant la cloche, on retire du cristallisoir le plateau que l'on retourne sens dessus dessous, la pointe des ampoules en l'air, et on refait le vide après avoir fermé R′ et ouvert R″. On chasse ainsi des deux extrémités de l'ampoule les bulles d'air et le liquide qui y sont demeurés et qui provoque-

raient, lors du scellement, l'éclatement du verre et le charbonnage de la matière organique sur la pointe exposée au feu : le scellement des ampoules se fait au chalumeau.

On n'a plus ensuite qu'à stériliser les ampoules à l'autoclave.

6° Lorsque l'on désire préparer des ampoules contenant des liquides injectables qui ne peuvent

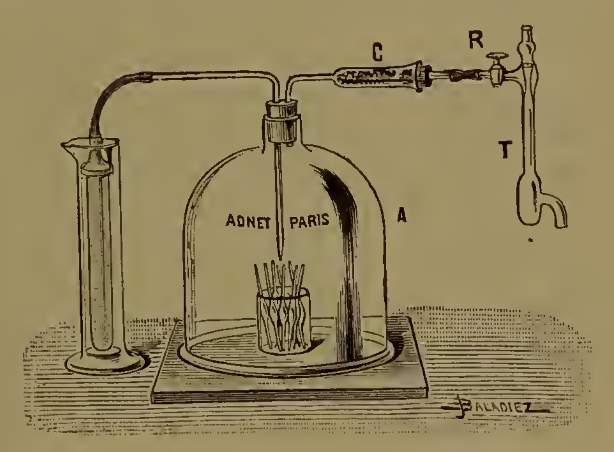


Fig. 41. — Appareil de M. Eury.

être autoclavés, soit des solutions d'extraits d'organe, de glycérophosphates, etc., M. Eury stérilise les liquides à froid au moyen de la bougie par un dispositif permettant en même temps le remplissage des ampoules.

Cet appareil se compose d'une cloche à vide A (*fig.* 41) reposant sur sa plaque de verre rodé. La douille de cette cloche est fermée par un bouchon de caoutchouc traversé par deux tubes de verre ;

l'un de ces tubes plonge presque jusqu'au centre de la cloche, et il est relié par un tube de caoutchouc à vide avec une bougie de Chamberland plongeant dans une éprouvette. L'autre tube coudé à angle droit porte une partie évasée C remplie de coton, et il est en communication, au moyen du robinet R, avec une trompe à eau T.

Les différentes pièces de cet appareil sont stérilisées à l'autoclave et, une fois qu'elles sont assujetties, on met sous la cloche un cristallisoir lui-même aseptique contenant les ampoules stérilisées, la pointe ouverte et tournée vers le bas. L'appareil est prêt à fonctionner. On remplit l'éprouvette avec la solution à filtrer, on fait le vide, le liquide traverse la bougie et vient tomber dans le cristallisoir. Lorsque la quantité filtrée est suffisante pour emplir les ampoules, on ferme le robinet R, on arrête l'écoulement de l'eau dans la trompe T, on ouvre à nouveau le robinet R, afin de faire entrer l'air très lentement, qui se filtre par son passage à travers le tampon d'ouate stérilisée, placé dans la partie évasée C, les ampoules se remplissent, il ne reste plus qu'à enlever le vase, le remplacer par un autre contenant de nouvelles ampoules et recommencer l'opération, si on le désire.

La quantité de liquide qui reste dans le vase évite que l'air puisse rentrer dans les ampoules ; mais il faut les sceller le plus rapidement possible pour empêcher toute contamination ultérieure.

Ce procédé donne de bons résultats dans la pratique, surtout si on a pris le soin, tout d'abord, de préparer la solution injectable avec toutes les précautions aseptiques que nous avons plusieurs fois indiquées, à savoir : emploi d'un matériel aseptique (flacons, filtres, mortiers, etc.) et d'eau stérile. Ces précautions sont d'autant plus indispensables que la filtration à la bougie ne présente pas toujours, comme nous l'avons déjà dit, toutes les garanties d'aseptisation absolue.

Mais, si on applique la filtration à une solution déjà préparée avec tous les soins aseptiques voulus, on est presque certain d'obtenir des préparations ampoulaires privées de tout germe.

7° M. H. Hubac a préconisé également la stérilisation à froid de certains liquides injectables et altérables par la chaleur, et il a aussi utilisé l'emploi de la bougie et du vide pour remplir les ampoules.

La disposition de l'appareil qu'il emploie est un peu différente. Voici en quoi elle consiste :

Une cloche à vide ordinaire est fixée sur une glace ronde de même diamètre. La fermeture exacte est assurée par une rondelle de caoutchouc et une armature métallique simple qui relie l'ensemble. Le bouchon de la cloche, muni de son robinet, laisse passer un tube à entonnoir contenant la bougie filtrante. A l'intérieur, un cristallisoir reçoit, sur un support approprié, les ampoules ouvertes à leur extrémité inférieure.

L'appareil ainsi disposé, son robinet ouvert, est introduit dans l'autoclave, où l'on stérilise à la fois la bougie et toutes les parties de l'appareil qui seront ultérieurement mises en contact avec la solution.

Après refroidissement, il suffit de verser le liquide dans la bougie et de faire agir la trompe. La filtration se fait en même temps que le vide dans les ampoules, sans soubresauts, grâce à une petite ouverture ménagée dans le tube à entonnoir. Cette ouverture empêche d'ailleurs également le liquide filtré de remonter dans le tube au moment où les ampoules s'emplissent lors de la rentrée de l'air dans la cloche. Un tampon de coton convenablement placé suffit à stériliser l'air introduit à la fin de l'opération.

Les ampoules ne sont retournées qu'au fur et à mesure de leur fermeture, et dans la flamme même du chalumeau, ce qui écarte tout danger de contamination.

Nous ferons, pour ce procédé, les mêmes recommandations que celles que nous avons faites plus haut, à propos de la technique de M. Eury, en ce qui concerne l'obtention d'une solution pour ainsi dire déjà aseptique, et cela afin de remédier aux inconvénients de la bougie filtrante en tant que méthode d'aseptisation.

M. L. Lutz a imaginé un appareil, appelé *bougie-pipette*, qui permet la filtration de très petites quantités de liquide et leur répartition en proportions parfaitement déterminées.

Cet appareil (*fig.* 42) se compose d'un manchon

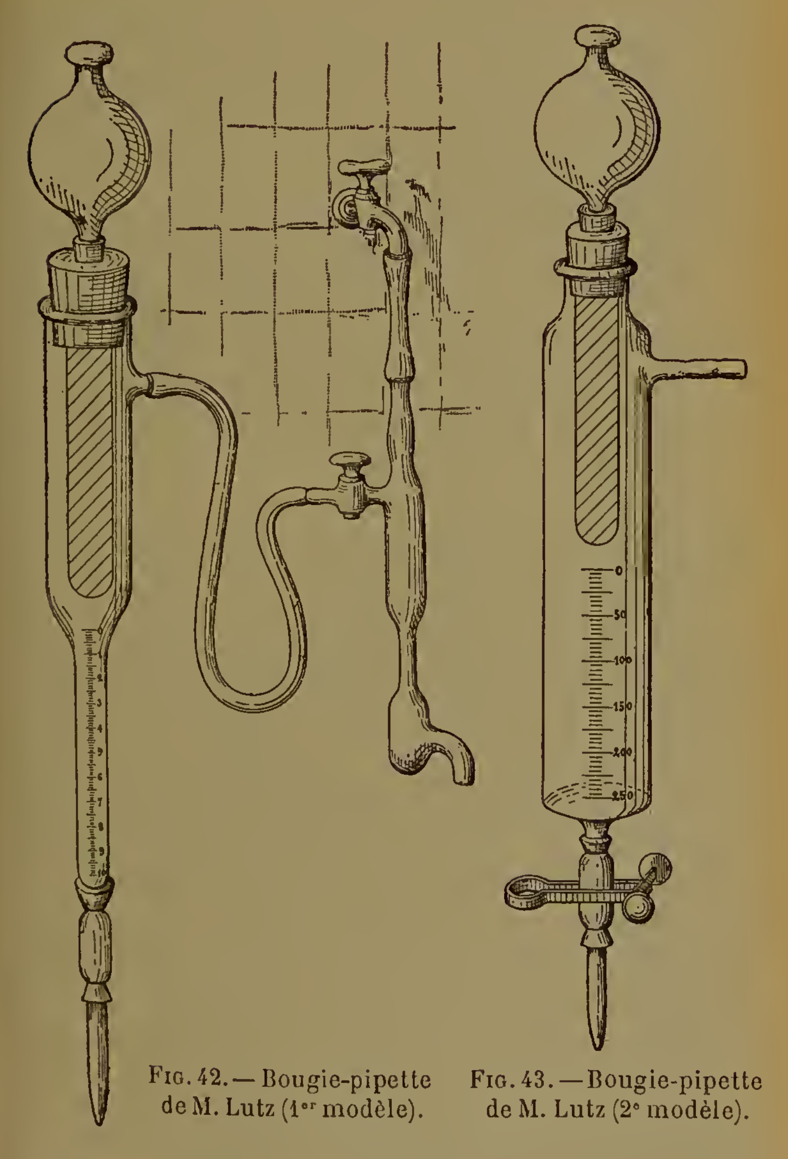


Fig. 42. — Bougie-pipette de M. Lutz (1er modèle).

Fig. 43. — Bougie-pipette de M. Lutz (2e modèle).

de verre, dont la partie supérieure porte une bou-

gie de porcelaine solidement fixée à l'aide d'un bouchon de caoutchouc. Sur le côté, un ajutage latéral, qu'on garnit de coton, permet de faire le vide au moyen d'une trompe. La partie inférieure du manchon constitue le récipient où se réunira le produit de la stérilisation.

Deux dispositifs ont été adoptés : l'un, réservé pour les petites quantités de liquide (10 centimètres cubes au maximum), présente cette partie inférieure rétrécie (*fig.* 42) ; l'autre, utilisé pour les quantités supérieures, ne possède aucun rétrécissement (*fig.* 43). Le tout est terminé par une olive percée d'un petit orifice.

Sur l'olive, au moyen d'un caoutchouc à vide solidement fixé et ligaturé, on adapte un tube de verre effilé et scellé à la lampe.

Après stérilisation de l'appareil à l'autoclave, on le fixe sur un support à pince, on introduit le liquide à filtrer dans l'intérieur de la bougie, à l'aide d'une ampoule fixée à son extrémité et on fait le vide à la trompe (*fig.* 42) ; la filtration est très rapide, et le liquide stérile se réunit dans la partie inférieure. On dispose alors, sur le caoutchouc à vide, une forte pince de Mohr, on enlève la trompe, on flambe le tube effilé dont on brise la pointe avec une pince flambée. Il ne reste plus qu'à ouvrir la pince de Mohr pour assurer l'écoulement du produit stérile. La répartition peut alors se faire en proportions rigoureusement déterminées : la pointe porte, à cet effet, une graduation en dixièmes

de centimètre cube pour le petit modèle, en centimètres cubes pour l'autre; la marche du ménisque dans la pipette indique ainsi les volumes écoulés.

Pour éviter toute contamination pendant la répartition, on peut adapter, autour du tube effilé, au moyen d'un bouchon, un manchon de verre large et court, qui protégera entièrement la pointe contre la chute des poussières.

Cet appareil peut être fixé au-dessus de la cloche à vide, et le liquide stérile tombant dans un cristallisoir est mis en ampoules par le procédé ordinaire.

Pour remédier à l'ennui qui peut résulter pour le médecin d'ouvrir une ampoule afin d'en retirer le liquide à injecter, divers auteurs ont imaginé des ampoules modifiées de telle sorte qu'elles peuvent servir à pratiquer l'injection sans transvasement préalable du liquide. Tels sont les tubes hypodermiques Chevretin-Lematte, les ampoules pneumatiques de Leclère, les ampoules-seringues de Robert, les ampoules auto-injectables de Triollet, l'auto-injecteur de Paillard-Ducatte, etc.

Disons enfin, en terminant, que M. Paillard a fait breveter un appareil qui permet de remplir et de doser automatiquement les ampoules de liquides injectables, le fonctionnement de cet appareil est basé sur le principe des vases communicants.

Industriellement, on remplit les ampoules au moyen d'un appareil en cuivre étamé pouvant être

fermé par un couvercle en bronze. On comprime dans cette sorte d'autoclave de l'air filtré à travers du coton : la pression s'exerce sur un vase, renfermé dans l'appareil et contenant le liquide à répartir en ampoules. Sous l'influence de la pression, les ampoules se remplissent, on n'a plus qu'à les fermer.

AMPOULES DE SÉRUMS ARTIFICIELS

Les solutions de sels minéraux, dites *sérums artificiels*, destinées à des injections intra-veineuses, intra-musculaires ou sous-cutanées, ou au lavage des plaies, des cavités, etc., sont le plus souvent employées à doses massives. On peut alors les renfermer dans des flacons bouchés d'un tampon d'ouate, pour les stériliser à l'autoclave en ayant soin, après refroidissement, de recouvrir les bouteilles d'un capuchon de caoutchouc. Mais, pour ces préparations, la forme ampoulaire est préférable : on se sert soit d'un matras ou d'un ballon que l'on étire, après introduction du liquide, et que l'on scelle à la lampe. On procède ensuite à leur aseptisation à l'autoclave dans les conditions habituelles, c'est-à-dire à 120° pendant vingt minutes.

Pour faciliter la pratique de l'injection ou du lavage, on se sert souvent, pour renfermer les sérums artificiels, de la pipette-ampoule de M. Miquel (*fig.* 44), qui est formée d'une ampoule dont la capa-

cité, variable suivant les besoins, peut être de 50, 100, 200, 250, 500, 1.000 centimètres cubes.

Cette pipette se termine à la partie supéricure par une partie courbée et à la partie inférieure par un tube droit. On met dans le tube coudé un tampon d'ouate; et par aspiration on fait pénétrer dans l'ampoule la solution saline. Quand l'appareil est rempli aux 2/3, on scellc les deux tubes à la flamme, en ayant soin, pour la tubulure supérieure, de sceller au delà du tampon d'ouate.

On stérilise à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Quand on veut faire une injection, ou pratiquer un lavage, on redresse l'ampoule et on coupe la pointe scellée du tube droit auquel on adapte un tube de caoutchouc préalablement stérilisé, et, si cela est nécessaire, muni d'une aiguille flambée. On coupe ensuite la pointe scellée du tube coudé au delà du tampon de coton et on accroche la pipette à la hauteur nécessaire, suivant la vitesse que l'on veut donner à l'écoulement du liquide. L'air pénètre par le tube coudé en filtrant à travers le tampon de coton et facilite cet écoulement.

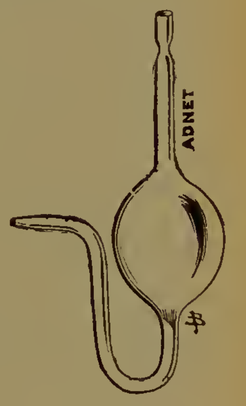


FIG. 44.
Pipette-ampoule
de M. Miquel.

Les grandes ampoules de sérum peuvent être aussi facilement remplics au moyen de la pompe. Pour cela, on plonge le tube droit de l'ampoule dans la solution injectable et, par l'autre tubulure

coudée, garnie d'un tampon de coton enfoncé à une distance de 2 centimètres de l'extrémité, on fait une légère aspiration graduelle par l'intermédiaire d'un tube épais de caoutchouc relié à une trompe à eau. Quand l'ampoule est remplie, on intercepte la communication entre la tubulure et le tube de caoutchouc; c'est alors seulement que l'on peut arrêter le fonctionnement de la trompe pour éviter tout retour d'eau dans l'ampoule.

On bouche avec le doigt l'ouverture du tube droit, on retire alors l'ampoule du liquide dans lequel plonge ce tube, et on ferme à la flamme la tubulure opposée au delà du tampon de coton, qui est ainsi conservé pour filtrer l'air lors de l'emploi du sérum. Après refroidissement, l'ampoule est retournée sur la tubulure fermée et on scelle à la lampe l'autre extrémité.

On procède alors à la stérilisation à l'autoclave des ampoules ainsi fermées.

CHAPITRE X

STÉRILISATION DES PANSEMENTS

I. — COTONS ASEPTIQUES

Le coton est le duvet filamenteux jaunâtre qui entoure les graines du cotonnier.

Lorsque celles-ci sont mûres, le coton est séparé des graines par des machines spéciales perfectionnées, puis il est mis en balles.

Ce textile, avant d'être cardé, est soumis à l'action d'une batteuse qui lui enlève les corps étrangers et les poussières qu'il peut renfermer.

On procède ensuite au cardage du coton. Cette opération a pour but d'obtenir le parallélisme des fibres de la *bourre de coton*, de rejeter les filaments trop courts et de démêler les nœuds et les boutons formés par l'enchevêtrement des fibres. On obtient alors le coton en nappes lisses constituées par des filaments parallèles et unis.

Pour les usages pharmaceutiques, on doit choisir autant que possible un coton, dit à longue soie,

dont la longueur des fibres varie de 2 à 3 centimètres. L'hydrophilation du coton et son blanchiment s'effectuent, dans la grande industrie des pansements, sur la bourre de soie, et c'est seulement après qu'on procède au cardage.

L'hydrophilation est une opération qui a pour but de débarrasser le coton des petites quantités de matières grasses et de substances résineuses qui l'empêchent de se mouiller à l'eau et d'absorber ce liquide.

Dans l'industrie, on met le coton brut non cardé avec une solution de soude diluée dans des chaudières où l'on fait arriver de la vapeur d'eau sous pression. Un mécanisme spécial brasse toute la masse. Au bout de quelques heures de chauffe à 125° ou 130°, on turbine le produit que l'on lave jusqu'à disparition d'alcalinité.

Ce coton, ainsi privé des matières grasses qui ont été saponifiées et des résines qui ont été dissoutes, est passé dans une solution faible d'hypochlorite de soude jusqu'à ce qu'il soit complètement blanc. Finalement le coton est de nouveau turbiné et lavé. On le passe dans un bain d'acide sulfurique très dilué, et on termine la série de ces opérations par un dernier essorage et lavage à l'eau.

Le coton humide est desséché dans des séchoirs et il est soumis au cardage. Les nappes obtenues sont divisées en paquets de 250 grammes, de 500 grammes et de 1 kilogramme.

Au lieu du procédé industriel qui demande une

installation spéciale, on peut opérer de la façon suivante :

Le coton est chauffé à l'ébullition, pendant dix à douze heures, dans une solution aqueuse de soude renfermant de 0,5 à 1 0/0 d'alcali. On lave d'abord le coton à l'eau et, au bout de quelques jours, on le turbine et on le plonge dans une solution décantée de chlorure de chaux (6 kilogrammes de chlorure pour 100 kilogrammes de coton). On l'enlève au bout de six heures, on le met pendant une heure dans de l'acide sulfurique étendu; après quoi, on lave soigneusement et on turbine.

Pour enlever les dernières traces de chlore, on plonge le coton blanchi dans un bain de savon; on le lave ensuite avec de l'eau ordinaire, et enfin on turbine, on le fait sécher et on le carde (Em. Bourquelot).

Dans le dernier traitement à l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, celui-ci décompose le savon, et une petite quantité d'acide gras très finement divisé se dépose sur la cellulose; c'est ce qui donne au coton hydrophile la propriété de produire une certaine sensation de craquement lorsqu'on le froisse entre les doigts (A. Link et H. Voskinkel).

D'après certains auteurs, l'introduction dans le coton de petites quantités d'acide gras permettrait de rendre marchands des cotons de qualité inférieure.

D'autre part, M. A. Link estime que cette opération du savonnage est nécessaire et qu'elle augmente

le pouvoir absorbant du coton. Aussi Budde a-t-il proposé de tolérer dans l'ouate dégraissée une teneur, en acides gras libres, de 0,35 à 0,40 0/0.

Pour le pharmacien qui opère l'hydrophilation de petites masses de coton, il est préférable de prendre du coton brut, déjà cardé, du commerce et d'opérer de la façon suivante :

« On l'immerge pendant quelques instants dans l'eau bouillante légèrement alcalinisée par la soude. On exprime et on plonge ensuite dans un soluté aqueux de chlorure de chaux à 5 0/0. Après un contact de quelques minutes, on exprime de nouveau le coton, on le rince à l'eau pure, puis à l'eau faiblement acidulée par l'acide chlorhydrique. On fait sécher après un dernier lavage à l'eau pure. Ce lavage est prolongé jusqu'à ce que le coton, essoré, puis comprimé sur une feuille de tournesol bleu, ne la rougisse plus. »

Les caractères que doivent présenter les cotons absorbants ont été nettement établis par M. Gay.

Voici comment cet auteur les détermine :

Le coton doit être blanc, il faut se défier des nappes à couleur jaunâtre, concordant, en général, avec un faible pouvoir absorbant. Le toucher doit être à peine doux, toujours un peu rude, et non *craquant;* les produits à toucher doux présentent ce caractère d'autant plus accentué qu'ils sont moins hydrophiles.

La nappe examinée à la lumière transmise doit être homogène.

Pour examiner sa ténacité, on saisit une mèche de coton entre le pouce et l'index des deux mains, celle-ci étant appliquées l'une contre l'autre, à poings fermés ; on opère une traction lente et progressive, les deux poings s'arc-boutant à la base l'un contre l'autre ; la mèche doit opposer une résistance assez forte à la rupture.

La fibre de coton doit être longue ; c'est-à-dire qu'en étirant une mèche, la longueur du filament continu et étiré doit être au moins de 2 à 3 centimètres.

Une mèche de coton, allumée par son extrémité, doit s'enflammer instantanément sur toute la surface. On l'éteint aussitôt : la surface brûlée doit apparaître toute blanche. Les cotons insuffisamment dégraissés ne s'enflamment que progressivement et leur surface noircit.

Pour déterminer son pouvoir absorbant : on découpe une plaque de coton pesant 5 grammes ; on l'imbibe en la plongeant, sans la presser, dans l'eau distillée. Après cinq minutes de macération, on la retire en la repliant sur elle-même et, sans l'exprimer, on l'égoutte sur les doigts ouverts en la faisant lentement passer d'une main sur l'autre ; lorsqu'elle ne laisse plus écouler d'eau, on pèse et on divise le résultat par 5. Le nombre obtenu exprime le rapport du poids du coton sec au poids du coton imbibé ; il constituera le coefficient d'absorption de l'ouate.

Ce coefficient ne doit pas être inférieur à 18. Tout coton à coefficient inférieur peut être considéré comme insuffisant au point de vue chirurgical.

Comme complément à cet essai, le bon coton hydrophile, déposé à la surface de l'eau contenue dans un vase, doit plonger instantanément et se précipiter au fond du vase.

Enfin le coton hydrophile doit avoir une réaction neutre.

Si on le traite par l'eau, la liqueur aqueuse ne doit pas précipiter par l'azotate d'argent ni par l'oxalate d'ammoniaque, ni par le chlorure de baryum.

Il ne doit pas donner à l'incinération plus de 0,3 0/0 de cendres (Em. Bourquelot).

Pour les différents besoins chirurgicaux, le pharmacien doit toujours posséder du coton aseptique en nappes, plus ou moins grandes, roulées ou disposées à plat, en petits carrés de 10 centimètres de côté, ou en grands carrés de 20 centimètres.

La *stérilisation* des cotons doit se faire par chauffage à l'autoclave et à la température de 134° maintenue pendant au moins trois quarts d'heure, surtout si on opère sur une grande masse de produit. Il faut opérer à cette température pour être certain d'avoir au moins 120° au centre du pansement. Lorsqu'on a à sa disposition soit une autoclave de Sorel (voir p. 21), ou un autoclave d'Anet (voir p. 33), ou un autoclave de Bellanger (voir p. 37), on obtient facilement un pansement stérile et sec. Il suffit de mettre le coton en nappes ou en carrés, sans le tasser dans les boîtes de cuivre nickelé à fermeture à baïonnette. Celles-ci sont placées

dans l'autoclave, les trous des couvercles étant ouverts, et on porte à 134° pendant trois quarts d'heure.

Il est nécessaire d'opérer à cette température pour être certain d'obtenir, au centre même du pansement, une température, qui n'est jamais supérieure à 120°, mais suffisante pour une aseptisation absolue.

Après le temps de chauffe voulu, on fait le vide dans l'autoclave soit au moyen de la trompe, soit par condensation de la vapeur sur une paroi froide pour dessécher le coton ; on fait rentrer l'air rendu stérile par son passage à travers le tube de platine chauffé au rouge, si on a employé l'autoclave de Sorel, ou simplement de l'air ordinaire qui se débarrasse de tous ses germes en passant sur un étoupage d'ouate lorsqu'on emploie l'un des autres systèmes d'autoclave permettant la dessiccation du coton. Le stérilisateur est ouvert, on ferme immédiatament les trous des couvercles des boîtes.

Pour que la stérilisation du coton et, en général, de tous les autres pansements, soit efficace, M. Bellanger conseille de faire ce qu'il appelle des chasses de vapeur en détente. Voici comment on opère :

L'autoclave est chauffé jusqu'à ce que la pression soit de 2 à 2 atmosphères 1/2; lorsque celle-ci est bien établie, on baisse le feu au minimum et on ouvre tout grand le robinet d'échappement.

Dans un autoclave de grandeur moyenne, la pression tombe d'un atmosphère en 30 secondes. Grâce à cette détente il y a expansion de la vapeur au mi-

lieu des pansements et entraînement de l'air diffusé dans cette vapeur.

Pour les autoclaves industriels qui fonctionnent à l'aide d'un générateur, cette purge par détente est beaucoup plus facile, il suffit de fermer le robinet de vapeur et d'ouvrir le robinet d'échappement, la pression tombe en quelques secondes et la décompression dans les boîtes à pansement est plus brusque, plus complète et, par suite, plus efficace pour l'entraînement de l'air.

On obtient ainsi un coton aseptique et sec qui peut être conservé quelques jours et qui est livré au chirurgien dans la boîte même où a eu lieu l'aseptisation.

A défaut d'autoclaves permettant de dessécherle pansement, on peut procéder à l'aseptisation du coton au moyen du simple autoclave de Chamberland, surtout quand le coton n'est pas destiné à être conservé un certain temps.

Dans ce cas, les cotons, placés dans les boîtes métalliques à fermeture à baïonnette, sontchauffés dans un four ou dans une étuve sèche à une température ne dépassant pas 100°. Lorsque ces boîtes sont ainsi chauffées, on les transporte dans l'autoclave, les trous des couvercles étant ouverts, et on chauffe à 134° pendant trois quarts d'heure. Sans éteindre le feu, on ouvre le robinet de la partie supérieure de l'appareil, qui laisse échapper au dehors la vapeur d'eau surchauffée.

Dès que le manomètre est revenu à 0°,5 on ouvre

l'autoclave, on ferme immédiatement les trous des couvercles des boîtes.

Le coton ainsi stérilisé contient tout au plus 4 à 5 0/0 d'humidité.

M. Barthe, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, stérilise l'ouate, les tampons de coton et, aussi les compresses de gaze ordinaire dans l'autoclave à 120° et il les conserve dans des boîtes en verre munies d'une bande de sûreté. Dans ces conditions, l'ouate hydrophile ne retient que 5 0/0 d'eau en moyenne. Pour arriver à ce résultat, il faut avoir soin, à la fin de la stérilisation, de laisser échapper à l'extérieur la vapeur d'eau surchauffée.

Nous rappellerons que MM. Robert et Leseurre arrivent à dessécher spontanément leurs cotons et autres pansements par une détente brusque, en double paroi chaude, de la vapeur sous pression à 5 atmosphères (voir p. 33).

Disons aussi que la maison Adnet a construit des petites boîtes en cuivre nickelé pour stériliser les pansements, construites de telle façon qu'elles peuvent être fermées dans l'autoclave, même avant la rentrée de l'air.

Ces boîtes sont munies, à leur partie supérieure, d'une soupape qui s'ouvre aisément par la pression d'un disque lui-même comprimé par le couvercle du stérilisateur au moment de la fermeture de l'autoclave. Au contraire, dès que l'on soulève ce couvercle, la soupape de la boîte se ferme, et le pansement ne peut se trouver au contact de l'air.

Quand on veut conserver le coton aseptique et sec, on effectue la stérilisation dans des boîtes cylindriques en fer-blanc, dont le couvercle est percé de trous correspondant à des ouvertures analogues ménagées à l'extrémité supérieure de la boîte. La stérilisation une fois faite, on tourne le couvercle pour que les trous ne se correspondent plus, et la boîte est fermée. A la fermeture du couvercle, on colle une bande de papier partie sur la boîte, partie sur le couvercle et on enveloppe la boîte dans du papier parcheminé.

M. Bellanger emploie, pour obturer les boîtes, une couche de coton cardé non hydrophile sur lequel l'air rentrant dans l'autoclave vient se filtrer et se dépouiller de tous ses germes comme dans le cas d'un tube de culture bouché au tampon d'ouate.

Cet étoupage de coton cardé est placé, par cet auteur, dans un compartiment de forme conique à la partie inférieure des boîtes contenant le pansement. Ce coton, dit aérifiltre en raison de son rôle, est modérément tassé pour que la couche de l'étoupage demeure perméable à l'air ; les trous de la boîte, par où pénètre la vapeur, sont disposés de telle façon que l'air rentrant après l'autoclavage est forcé de traverser l'étoupage dans sa plus grande épaisseur. Un dispositif permet de faire, par simple pression de la main sur le couvercle de la boîte, encore dans l'autoclave, la compression de l'étoupage d'ouate qui s'étale à la périphérie de

la boîte, laquelle se trouve fermée hermétiquement sans crainte de contamination ultérieure.

Quelques fabricants préfèrent envelopper le coton dans des bocaux en verre, de dimensions variées, bouchés avec une capsule de métal à long pas de vis ; une bande de garantie est collée passant par-dessus la capsule et fixée au pourtour du bocal. D'autres mettent le pansement dans des boîtes métalliques munies d'un couvercle à double rainure et dont l'interstice est rempli de coton. On réalise de cette façon une fermeture absolument hermétique.

On ne peut songer, pour aseptiser le coton, à employer seulement la chaleur sèche qui, en raison du degré de température qu'il faudrait atteindre pour avoir une stérilisation absolue, désorganiserait la fibre textile et la colorerait; on aurait alors un pansement dépourvu de la plupart des qualités physiques qui justifient son emploi.

On peut à la rigueur dessécher le pansement à l'étuve après l'avoir autoclavé ; mais on risque, dans cette nouvelle manipulation, de le contaminer surtout au moment de la mise en boîtes.

Certains fabricants de pansements stérilisent les cotons et autres pansements dans des autoclaves-étuves dont l'heureuse disposition permet à la fois d'aseptiser le coton dans la vapeur d'eau sous pression et de le dessécher ensuite par une aspiration active au moyen d'un courant d'air stérile. Un dernier chauffage des boîtes, fermées et renfermant le coton dans l'autoclave transformée en étuve sèche,

complète l'asepsie grâce à la température de 135° ainsi obtenue.

Tampons de coton. — Les tampons de coton, employés comme agent absorbant à la place des éponges, sont faits avec de l'ouate hydrophile, découpée en petits carrés, que l'on roule doucement entre les mains sans la tasser, de façon à obtenir des tampons dont la grosseur varie depuis celle d'un œuf de pigeon jusqu'à celle d'un œuf de poule. Ce bourdonnet de coton est enfermé dans un carré de gaze hydrophile dont on réunit les quatre coins, et on ficelle l'extrémité polaire ainsi formée par un fil de soie.

Ces tampons sont aseptisés comme le coton en nappe et conservés, comme ce dernier, dans des boîtes en fer-blanc ou dans des bocaux en verre munis d'un couvercle métallique à long pas de vis. On colle une bande de garantie sur le couvercle.

M. Hélouin conseille aux pharmaciens d'avoir toujours dans leur officine, à la disposition des médecins pour les cas d'urgence et d'interventions chirurgicales non prévues, des tampons d'ouate hydrophile aseptique obtenus de la façon suivante :

On prépare, comme nous venons de l'indiquer, des tampons de coton hydrophile enfermés dans de la gaze et, pour leur donner plus de consistance, l'auteur supprime le vide central, en enfermant dans chaque carré une petite boule de coton. Ces tampons sont immergés dans de l'eau distillée que l'on maintient à l'ébullition pendant quinze minutes,

puis on répartit, tampons et liquide, dans des flacons à large ouverture ayant eux-mêmes séjourné au préalable dans de l'eau bouillante.

Pour faire cette répartition on se sert de pinces soigneusement flambées.

On peut préparer, de la même manière, des tampons de coton mis à bouillir et conservés dans des solutions antiseptiques faibles (eau phéniquée à 2 0/0 et colorée en rose par l'éosine, ou solution de sublimé à 0gr,10 0/00 et colorée en brun par le carmin d'indigo).

Nous ne saurions trop engager tous les pharmaciens à suivre cet excellent conseil de M. Hélouin; nous ajouterons, pour notre part, que si on veut réaliser une asepsie plus complète que celle qui est obtenue par une ébullition d'une durée de quinze minutes seulement, on peut, comme le recommandent MM. P. Delbet et L. Bigeard, faire bouillir pendant trois heures les tampons bien ficelés, dans la solution, dite physiologique, de chlorure de sodium à 7 grammes par litre. Ceux-ci sont transportés ensuite dans une solution de sublimé en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter, pendant cette dernière manipulation, toute contamination. Nous rappelons qu'il sera bon de faire la solution de sublimé, qui sera utilisée, avec de l'eau stérilisée déjà par chauffage.

II. — GAZE HYDROPHILE ASEPTIQUE

La gaze est un tissu de coton léger et transparent, dans lequel les fils de la trame et de la chaîne sont nettement séparés les uns des autres. Cette gaze, utilisée pour les rideaux et la confection de certains vêtements, porte aussi les noms de *singalette*, de *blanc-chiffon*. Elle est toujours recouverte d'un apprêt, qui consiste en encollage et amidonnage, dont il faut se débarrasser pour la rendre hydrophile.

Cette purification s'effectue au moyen des traitements suivants :

La gaze est plongée dans de l'eau portée à 80°, puis on l'exprime. On la plonge ensuite dans l'eau froide avec laquelle on la laisse en contact pendant vingt-quatre heures. On l'exprime à nouveau et on l'immerge dans une solution d'hypochlorite de soude de densité 1,015.

Après une demi-heure de contact, on lave à grande eau jusqu'à ce que l'eau qu'abandonne la gaze exprimée ne décolore plus le tournesol. On exprime encore une fois et on plonge le tissu, pendant une demi-heure, dans de l'eau renfermant un vingtième de son poids d'acide chlorhydrique. On lave ensuite à grande eau jusqu'à réaction neutre et on fait sécher.

Cette gaze purifiée ne doit pas bleuir par l'eau

iodée, ni réagir sur le tournesol et ne pas le décolorer. Traitée par l'eau, elle doit donner, après expression, un liquide restant indifférent vis-à-vis des réactifs généraux analytiques.

Enfin cette gaze doit être hydrophile et absorber l'eau immédiatement.

La gaze, pour les emplois chirurgicaux, est délivrée en *bandes* de 5 et de 10 mètres sur 5, 10, 15, 20, 25 et 30 centimètres de largeur, et en bandes de 1 mètre et de 5 mètres de longueur sur 70 et 80 centimètres de largeur.

Ces bandes, enroulées sur elles-mêmes, sont stérilisées par les procédés identiques à ceux que nous avons décrits à propos du coton.

Si on opère l'aseptisation dans l'autoclave ordinaire, en ayant soin, à la fin de cette opération, de laisser échapper à l'extérieur la vapeur d'eau surchauffée, on a des compresses qui ne retiennent que 2 0/0 d'humidité en moyenne (Barthe).

On les conserve généralement dans des flacons en verre à large ouverture bouchés au moyen d'un couvercle métallique muni d'un long pas de vis ; une bande de garantie est collée mi-partie sur le couvercle et mi-partie sur le flacon. Ces flacons sont, en outre, enfermés dans un étui en carton lui-même scellé par un cachet.

La chirurgie a souvent besoin, surtout pour les pansements gynécologiques, de bandes de gaze aseptique, pliées en *accordéon*, c'est-à-dire qu'elles sont repliées en zigzags à la manière d'un soufflet

d'accordéon et ainsi disposées, elles sont mises dans le flacon où elles sont stérilisées. Cette disposition permet au chirurgien, après avoir saisi le *chef* du pansement, de prendre la quantité voulue de gaze qui se déroule alors facilement et de couper ensuite avec des ciseaux flambés ; ce qui reste du tissu étant laissé dans le flacon peut être utilisé ultérieurement sans qu'il ait été contaminé.

Compresses-éponges de gaze. — La plupart des chirurgiens emploient maintenant des compresses-éponges de gaze comme agents absorbants, pour remédier aux inconvénients que présentent les éponges d'être difficilement rendues aseptiques. Ces compresses-éponges ont également des avantages sur les tampons d'ouate qui laissent toujours dans la plaie quelques filaments.

Ces objets de pansements se préparent en superposant sept à huit épaisseurs de tissus et en découpant dans la masse des carrés de deux dimensions différentes : l'une de 10 centimètres, l'autre de 20 centimètres de côté.

Il est bon, pour éviter l'effilochage de leurs bords, de les ourler à longs points. On les dispose ensuite par couches dans les flacons à large ouverture, et on les stérilise, comme les bandes. Ces compresses-éponges sont conservées aseptiques dans ces flacons bouchés par le couvercle à long pas de vis dont il a déjà été question. On y fixe ensuite la bande de garantie.

MM. Terrillon et Chaput ont adopté des dimensions un peu différentes de celles que nous venons d'indiquer. Leurs compresses-éponges sont de trois tailles :

Petites..........	De	6	centimètres sur	7
Moyennes.......	—	8	—	9
Grandes........	—	11	—	12

Ils mentionnent, en outre, les longueurs de gaze nécessaires pour confectionner ces compresses-éponges, la gaze employée ayant 80 centimètres de largeur :

Pour les	petites ..	25	centimètres	de gaze
—	moyennes	50	—	—
—	grandes..	1	mètre	—

Ces compresses-éponges constituent un agent absorbant très pratique et très commode, moins cher que les éponges et plus faciles à être obtenues complètement aseptiques.

On prépare aussi des *compresses* de dimensions variables utilisées comme pansement proprement dit ou pour protéger le champ opératoire. Elles ont soit $0^m,80$ de long sur 1 mètre de largeur (grandes compresses), soit $0^m,50$ de longueur sur $0^m,40$ de large (compresses moyennes), ou $0^m,40$ sur $0^m,30$ (petites compresses). Ces gazes sont pliées en 4 ou en 6, placées dans les flacons déjà décrits, et soumises à la stérilisation comme les bandes ordinaires.

III. — COMPRESSES ASEPTIQUES DE TOILE OU DE COTON

On emploie souvent, pour maintenir aseptique le champ opératoire, de grandes compresses de toile ou de coton.

Tout d'abord, le tissu doit être lavé à l'eau bouillante pour lui enlever son apprêt et, après dessiccation, on confectionne des carrés de dimensions variables qui sont ourlés.

Les compresses sont pliées en quatre ou en six ; elles sont ensuite mises soit dans les boîtes à pansements avec fermeture à baïonnette, soit dans de grandes boîtes en fer-blanc. On procède à leur stérilisation comme pour la ouate, les bandes et les compresses de gaze. Leur conditionnement final est identique.

ADDENDUM

DISPOSITIF POUR LA CONSERVATION ASEPTIQUE DES OBJETS DE PANSEMENT

Il est difficile de conserver aseptiques les objets de pansements dans les salles d'opérations ou les salles de consultations des hôpitaux lorsqu'on ne peut employer, pour chaque pansement individuel, un matériel neuf.

Aussi le Dr Escomel se sert-il avec grand avantage de grands bocaux en verre préalablement sté-

rilisés et dont le couvercle (*fig* 45) est muni d'une sorte de cellule A creusée dans sa partie supérieure. Cette cellule est destinée à recevoir un tampon de coton imbibé de la solution d'aldéhyde formique à 40 0/0. On crée ainsi une atmosphère désinfectante dont l'action s'exerce sans cesse à l'intérieur même du récipient.

M. Escomel s'est assuré de l'efficacité de son procédé : pour cela, il a étudié comparativement,

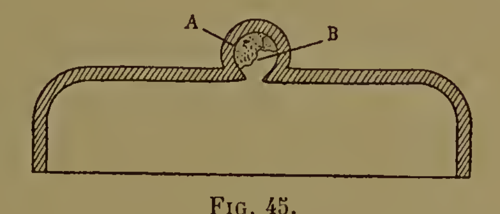


Fig. 45.

au point de vue bactériologique, le contenu de deux bocaux que l'on débouche plusieurs fois en imitant les mouvements nécessaires, dans une salle de consultations, pour préparer un pansement. Or, il a observé que le contenu du bocal, non pourvu d'une cellule renfermant l'antiseptique, était contaminé par l'air ambiant, alors que les pansements du bocal muni de son couvercle, créant une atmosphère désinfectante, étaient restés stériles.

Pour que l'asepsie se conserve, il suffit de renouveler tous les huit ou dix jours les 5, 10, 15 ou 20 gouttes, selon la capacité du bocal, de formaldéhyde que l'on verse dans la cellule génératrice des vapeurs antiseptiques.

PRÉSENTATION DE QUELQUES PANSEMENTS ASEPTIQUES PAR M. ASTRUC

A propos de la présentation de quelques pansements aseptiques, notre savant collègue, M. Astruc, a publié l'intéressante note que nous reproduisons et qui intéresse, au plus haut degré, tous ceux qui s'occupent de la fabrication des pansements.

Tout le monde est d'accord aujourd'hui pour admettre que les pansements aseptiques (cotons, gazes, compresses) doivent être conservés en flacons de verre ou en boîtes métalliques, les enveloppes en papier ou en carton ne donnant pas toutes les garanties désirables. Dans la pratique, ce sont surtout les boîtes métalliques que l'on emploie et plusieurs raisons militent en faveur de ce choix. Pour ne retenir que les principales, M. Astruc rappelle que les boîtes en étain ou en fer-blanc vernies ou non vernies : 1° supportent sans altération appréciable la vapeur humide sous pression, c'est-à-dire le mode parfait de stérilisation pour les cotons, gazes et compresses ; 2° sont, dans les manipulations, moins fragiles et, par conséquent, d'utilisation plus commode que tout autre procédé d'enveloppement ; 3° donnent toute sécurité au point de vue de la conservation de l'asepsie, etc.

Trois catégories de boîtes sont en usage ; suivant la forme affectée par leur base, on les dit rondes, carrées ou rectangulaires. Les unes et les autres présentent comme mode de fermeture soit un cou-

vercle à frottement simple, ce qui ne semble pas suffisant, soit une bande métallique soudée, ce qui offre plus de garanties. Et chacune de ces formes et dispositions a ses partisans et ses détracteurs dans le milieu médico-pharmaceutique ; c'est un point sur lequel l'auteur se garde d'autant plus d'insister, que la stérilisation est toujours effectuée d'une façon très consciencieuse, et c'est là le côté le plus important.

Mais ne convient-il pas d'examiner, dans un ordre d'idées légèrement différent, si les boîtes métalliques de pansement livrées par l'industrie sont toutes d'utilisation facile et pratique ? L'opérateur ne peut-il pas préférer une forme à une autre, tel dispositif spécial ou tel autre plus simple ?

Sans doute cette question n'offre qu'un intérêt secondaire pour les salles d'opération des hôpitaux et des cliniques chirurgicales particulières, où la stérilisation des pansements se fait tous les jours, où une installation modèle permet d'opérer avec toutes les précautions aseptiques d'usage ; il n'est point besoin ici de renfermer et de conserver le coton stérilisé en boîtes métalliques : il est utilisé dès la sortie de l'autoclave. Mais, pour les traitements à domicile, pour la campagne, pour les voyages, le sujet vaut la peine d'être envisagé : il intéresse à la fois le pharmacien qui livre le pansement, et le médecin qui le préconise et l'emploie.

Toute question de bonne stérilisation mise à

part et considérée comme résolue, il semble à M. Astruc qu'une boîte métallique de pansements, pour être vraiment pratique pour le chirurgien, doit satisfaire à plusieurs conditions :

1° Renfermer les pansements disposés de telle sorte qu'après ouverture, on puisse en retirer une partie sans craindre de souiller ce qui reste ;

2° Etre aussi peu encombrante que possible ;

3° S'ouvrir facilement et sans trop grand effort ;

4° Posséder un couvercle permettant de la recouvrir immédiatement après avoir enlevé la quantité voulue du produit aseptique.

Or l'usage des boîtes rondes, pour contenir du coton, des gazes ou des compresses aseptiques, n'est peut-être pas aussi pratique qu'on l'avait pensé au début. C'est surtout la première condition qui n'est point réalisée : la masse totale du coton aseptique, par exemple, doit être sortie à peu près complètement de la boîte pour permettre au chirurgien d'en couper une nappe de dimensions voulues ; ce qui reste est ensuite enfermé de nouveau. On comprend aisément qu'une telle façon de faire constitue presque une imprudence opératoire : la partie non utilisée risque fort, en effet, d'être contaminée par quelque germe nocif, soit parce qu'elle est exposée à l'air pendant quelque temps, soit parce qu'elle peut être en contact avec quelque objet voisin, non stérile.

Les boîtes à base carrée sont beaucoup moins employées, les chirurgiens les trouvent embarrassantes, surtout lorsqu'elles sont de grandes dimensions.

Par contre, les boîtes rectangulaires paraissent à M. Astruc susceptibles de répondre à toutes les exigences, à toutes les conditions énumérées plus haut. Voici, du reste, les dispositifs que cet auteur a fait

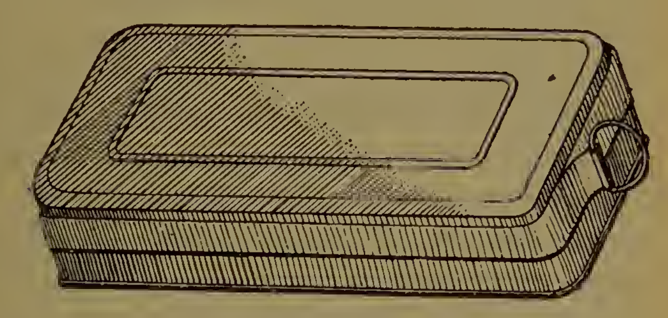


Fig. 46.

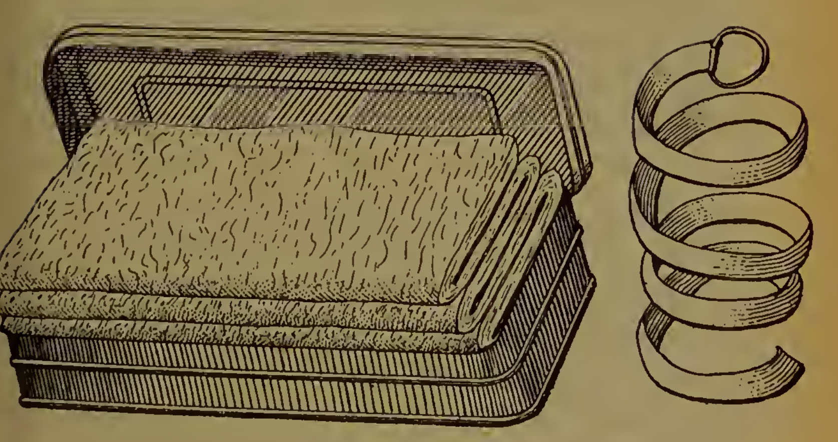


Fig. 47.

adopter par la fabrique internationale d'objets de pansement de Montpellier.

Les boîtes en fer-blanc ont la forme d'un coffret rectangulaire dont les dimensions variables sont

appropriées à la quantité de pansements qu'elles doivent contenir; l'intérieur est verni couleur d'or; le couvercle s'adapte bien au corps de la boite ; soudée à la fois au couvercle et à la boîte se trouve une bande de fer blanc, terminée par un anneau (voir les figures 46 et 47).

L'ouverture de la boîte se fait tout simplement en tirant sur l'anneau ; la bande soudée se détache très facilement ; le couvercle peut alors être enlevé pour permettre de retirer les produits aseptiques contenus dans la boîte. Et ces pansements sont disposés de telle sorte qu'il est facile au chirurgien de les utiliser peu à peu, sans craindre la contamination des parties qui demeurent.

Ainsi, le coton aseptique constitué par une seule nappe régulière de 20, 25, 30 centimètres de largeur, suivant les besoins, est plié en accordéon; au moment de l'opération, on en coupe une longueur déterminée, sans sortir de la boîte la totalité qu'elle contient. Pour la gaze hydrophile, une disposition semblable procure les mêmes avantages ; la gaze est pliée sur elle-même en plusieurs doubles, dans le sens de la longueur, jusqu'à ce qu'elle puisse entrer dans la boîte ; elle affecte également la forme accordéon. Quant aux compresses de gaze, qu'elles soient simples ou multiples, non cousues ou cousues, elles sont convenablement pliées et placées dans les boites, les unes sur les autres. Une telle présentation est d'ailleurs susceptible d'être étendue aux champs opératoires, aux compresses de

toile, aux compresses-éponges de gaze hydrophile, aux tampons-éponges, aux bandes, etc.

Cette boîte métallique de pansements aseptiques répond bien à toutes les conditions de forme et d'utilisation pratique précédemment posées. M. Astrue ajoute qu'un tube témoin peut, au besoin, être plaeé dans la boîte ; ce tube renferme une substance ou un mélange de substanees, susceptibles de fondre ou de changer de coloration à une température bien déterminée ; l'opérateur peut ainsi se rendre eompte immédiatement si la température de stérilisation a été suffisante.

Mais si les pansements aseptiques en boîtes métalliques présentent toute garantie et toute sécurité pour le ehirurgien, leur prix de revient constitue néanmoins, dans quelques cas, un écueil sérieux à leur emploi.

Une opération, même de peu d'importance, néeessite le plus souvent l'utilisation de eoton, de eompresses, de bandes. Or ces divers objets doivent toujours être aseptiques, bien qu'employés en petite quantité, et les boîtes livrées par l'industrie en contiennent généralement plus qu'il n'en faut. Il suit de là qu'une portion plus ou moins grande de ees produits reste fréquemment inutilisée.

Il y a done intérêt à plaeer dans les boîtes métalliques non pas seulement une catégorie unique d'objets de pansement, mais bien un ensemble composé de telle manière que, dans des cas d'urgence,

à la campagne, à l'atelier, en voyage, dans un poste de secours, dans un ménage peu fortuné, etc., il puisse rendre le maximum de services avec le minimum de pertes.

C'est ce qu'on réalise avec les *pansements composés aseptiques.*

Ils renferment généralement des tampons de coton hydrophile pour éponger, des compresses de gaze hydrophile, une nappe de coton hydrophile, une ou plusieurs bandes de gaze hydrophile et quelques épingles de sûreté ; le tout est convenablement aseptisé. Bien entendu, la composition de tels pansements peut varier dans des limites très larges ; on doit les combiner pour qu'ils puissent être utilisés complètement en une ou deux fois.

Les notions si bien développées par M. Astruc ont simplement pour but de montrer quelques-unes des transformations opérées, dans ces dernières années, dans la fabrication des objets de pansement. Une telle vulgarisation, dit cet auteur, ne paraît pas superflue; les médecins, les pharmaciens, et par contre-coup les malades, en retireront peut-être quelque profit. Car, si l'industrie des aseptiques marche de pair aujourd'hui avec le progrès scientifique, sa préoccupation constante est de rester, autant que possible, dans le domaine purement pratique.

IV. — ÉPONGES ASEPTIQUES

Les éponges, utilisées en chirurgie comme corps absorbants, sont les éponges fines de Syrie. Elles renferment toujours des débris de coquillages, des petits cailloux dont on les débarrasse en les battant avec un maillet de bois et en les lavant ensuite à l'eau courante.

Ce battage a encore l'avantage de les assouplir.

Les éponges ainsi battues et lavées sont ensuite plongées dans une solution d'acide chlorhydrique au centième pour dissoudre les substances calcaires qu'elles peuvent contenir, et on lave à grande eau.

Les éponges sont souvent blanchies dans le commerce au moyen des hypochlorites ; elles constituent alors les éponges dites de toilette.

Il est préférable, pour l'usage chirurgical, de se procurer des éponges brutes qui, avant la stérilisation, sont blanchies de la façon suivante :

Les éponges battues, traitées à l'acide chlorhydrique au centième et lavées à l'eau courante, sont plongées dans une solution de permanganate de potasse à 5 0/0 où on les laisse séjourner pendant un quart d'heure au maximum ; on procède ensuite à un nouveau lavage à grande eau,

Après ce traitement, on les décolore par l'acide sulfureux. Pour cela, on fait une solution de bisulfite de soude à 2 0/0 dans laquelle on immerge les

éponges, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique dilué pour décomposer le bisulfite et produire l'acide sulfureux qui décolore complètement les éponges. On les lave de nouveau à grande eau. Ce sont ces éponges ainsi préparées que l'on soumet à l'aseptisation (Vercamer).

La stérilisation des éponges doit être faite avec beaucoup de soin, car, en raison de leur texture, des multiples anfractuosités qu'elles présentent et qui sont un refuge pour les microbes, on rencontre des difficultés pour réaliser une asepsie rigoureuse. Cette asepsie est encore d'autant plus difficile à obtenir que les éponges sont surtout constituées par une substance fondamentale de nature protéique, la spongine, qui, sous l'influence du degré de température sèche ou humide indispensable pour avoir un produit stérile, se désorganise au point que les éponges deviennent absolument impropres à tout service.

Aussi beaucoup de chirugiens ont-ils remplacé les éponges, considérées comme corps absorbant, par des tampons d'ouate enfermés dans un morceau de gaze et facilement rendus aseptiques.

Bien que l'usage des éponges soit de plus en plus restreint, nous devons donner les différents procédés qui ont été préconisés pour leur stérilisation :

M. C. Elsberg laisse d'abord séjourner les éponges, pendant vingt-quatre heures, dans une solution d'acide chlorhydrique à 8 0/0, pour dissoudre les

composés calcaires qu'elles renferment, puis on les lave à l'eau pure et on les met dans la solution suivante :

Potasse caustique..................	10 gr.
Tannin............................	20 —
Eau..............................	1 litre

On les laisse tremper dans ce liquide pendant dix à vingt minutes, et on les rince ensuite dans de l'eau stérilisée, ou dans une solution de phénol à 5 0/0, ou de sublimé au millième jusqu'à ce que ces éponges aient perdu complètement la coloration brune qu'elles acquièrent par leur séjour dans la solution potasso-tannique. On les conserve dans la solution phéniquée à 2 0/0.

D'après M. Elsberg, ce procédé permet de stériliser les éponges sans altérer leurs propriétés physiques. Mais nous savons déjà que l'action des antiseptiques et, en particulier, celle du phénol ne suffit pas pour avoir une stérilité absolue. Nous verrons plus loin, du reste, que MM. Carrière et Vanverts ont montré l'insuffisance d'une semblable technique.

Schimmelbusch enferme les éponges dans un carré de toile, et il plonge le tout dans une solution de soude à 1 0/0 portée à l'ébullition. On éteint le feu et on les laisse séjourner pendant une demi-heure. Au bout de ce temps, on les lave à l'eau stérilisée chaude pour enlever l'excès de soude qu'elles retiennent, et on les conserve dans une

solution antiseptique (solution de phénol à 50 0/00, ou de sublimé au millième).

Ce traitement à la soude a l'inconvénient d'enlever un peu d'élasticité aux éponges.

Nous avons déjà eu l'occasion, pour la stérilisation des éponges, de mettre en pratique le chauffage discontinu de Tyndall, préconisé par MM. Billroth et G. Poupinel.



Fig. 48. — Bocal à éponges stérilisées.

Voici comment nous avons opéré : les éponges battues au maillet, puis traitées par l'acide chlorhydrique au centième et lavées à grande eau, sont placées, même tout humides, dans des bocaux à large ouverture (*fig.* 48), passés au préalable au four à flamber. On ferme ce bocal par une plaque épaisse d'ouate stérile et on le recouvre d'un cristallisoir renversé venant presser sur le tampon de coton. Le tout est chauffé à la température de 65° maintenue pendant une heure par jour ; on renouvelle ce chauffage durant six à sept jours consécutifs.

Nous reconnaissons volontiers que cette méthode ne donne pas toujours une asepsie complète, mais elle est encore bien préférable aux procédés basés essentiellement sur l'emploi des antiseptiques.

Le pouvoir absorbant des éponges est conservé à la suite d'une première aseptisation par chauffage

discontinu ; mais si on renouvelle plusieurs fois cette dernière sur des éponges qui ont déjà servi, leurs propriétés hydrophiles diminuent.

M. Robert, d'une part, et MM. Bardy et Martin, de l'autre, ont appliqué aux éponges le procédé de stérilisation par les vapeurs d'alcool sous pression portées à 120°. On réalise, dans ces conditions, une asepsie parfaite ; mais, suivant MM. Carrière et Vanverts, les éponges ainsi traitées deviennent bientôt hors d'usage.

Ces deux derniers auteurs ont également étudié comparativement la valeur des différents procédés de stérilisation que nous avons précédemment mentionnés, et ils estiment qu'aucun d'eux ne présente de sécurité au point de vue de la stérilité absolue.

MM. Carrière et Vanverts ont eu alors recours à l'emploi de l'eau oxygénée à 10 volumes, étendue de 3 fois son volume d'eau. Les éponges, mises en macération dans cette solution pendant vingt-quatre heures, leur ont donné d'excellents résultats. L'action antiseptique de l'eau oxygénée porte aussi bien son action sur les parties profondes et centrales de l'éponge que sur les parties périphériques. Les éponges ainsi stérilisées sont conservées soit à sec dans un bocal stérile et fermé, soit dans une solution antiseptique.

Cette méthode n'est pas coûteuse ; elle est, en outre, rapide ; aussi les auteurs la considèrent-ils comme la méthode de choix pour la stérilisation des éponges.

M. Rœser a donné une technique qui permet de nettoyer les éponges souillées ayant déjà servi : on les lave à l'eau stérilisée portée à 40-45° et additionnée de 20 gouttes par litre d'une solution de soude caustique à 10 0/0, puis on les rince plusieurs fois à l'eau stérilisée chaude. On les exprime et on les plonge, sans les tasser, dans des bocaux contenant de l'eau bromée obtenue en additionnant 1 litre d'eau bouillie de 30 grammes d'eau bromée saturée. On les laisse séjourner dans cette eau bromée jusqu'à décoloration de cette eau. On les retire, on les exprime et on recommence deux ou trois fois cette opération jusqu'à ce que l'éponge soit devenue blanche. Finalement, on les met dans l'eau stérilisée alcaline contenant 20 gouttes de la solution de soude à 10 0/0. On lave jusqu'à disparition de toute odeur de brome.

On obtient ainsi des éponges très blanches qui, d'après M. Rœser, ont encore en grande partie leurs qualités et surtout leur solidité après huit à neuf traitements.

M. Allain utilise l'eau ammoniacale pour débarrasser les éponges ayant servi du sang et des matières albuminoïdes qui les souillent. On emploie une solution contenant par litre 50 centimètres cubes d'ammoniaque. On les y laisse séjourner une demi-heure, puis on les rince à l'eau ordinaire en les exprimant avec une planchette de bois; on recommence le traitement à l'eau ammoniacale et le rinçage à l'eau ordinaire jusqu'à ce qu'une éponge,

pressée entre les mains et exprimée, ne laisse plus écouler de liquide trouble. Trois opérations, dont la durée totale est tout au plus d'une heure, suffisent presque toujours. Les éponges sont enfin bien lavées à l'eau ordinaire jusqu'à ce qu'elles ne réagissent plus sur le tournesol. Elles sont alors prêtes à subir une nouvelle stérilisation.

V. — VÉRIFICATION DE LA TEMPÉRATURE D'ASEPTISATION DES PANSEMENTS

Lorsqu'on a soumis à l'autoclave un lot de pansements (coton, gaze, compresses, etc.), il faut être certain que l'intérieur de ces pansements a subi l'action d'une température suffisante pour réaliser l'asepsie cherchée.

Afin de s'assurer de ce degré de température, on peut se servir d'un thermomètre à maxima de petite dimension (10 à 12 centimètres de long) existant dans le commerce.

MM. Quénu et F. Terrier ont imaginé un procédé de contrôle dont le principe est fort simple et qui est maintenant entré dans la pratique : un petit tube en verre, fermé à ses deux extrémités, renferme une substance solide qui fond à une température déterminée. On place ces tubes au milieu du pansement à stériliser. Après stérilisation et au moment de l'emploi, si on constate que la substance contenue dans le tube est fondue, c'est que la température voulue a été atteinte.

Les substances qui peuvent être employées à cet usage sont :

1° La fleur de soufre, qui fond à 117° ;

2° L'acide benzoïque cristallisé, fondant à 120° ;

3° L'anhydride phtalique, dont le point de fusion est de 129°.

Un des élèves de M. Terrier, M. Latham, a apporté un perfectionnement très important à ce procédé : il consiste à additionner la substance à fondre d'une matière colorante ; le mélange étant, avant la fusion, peu coloré, prend une teinte très accusée après la fusion.

Le mélange employé est le suivant :

Acide phtalique..................	25 gr.
— picrique..................	50 centigr.
Hélianthine....................	5 —

Le produit, très légèrement coloré en jaune à l'état pulvérulent, est mis dans des petits tubes en verre bien secs que l'on scelle aux deux extrémités. Lorsque la température, au milieu des pansements, atteint 129°, la substance renfermée dans le tube prend une teinte rouge cinabre, preuve certaine du degré de température obtenu à l'intérieur du pansement.

Nous croyons qu'il n'est pas absolument indispensable de chercher à avoir une température aussi élevée au sein des divers pansements. Si, comme nous l'avons recommandé à propos de l'ouate, on chauffe pendant trois quarts d'heure, une tempé-

rature contrôlée de 110°, 115° ou 117° maintenue pendant ce temps, surtout lorsqu'il s'agit de la chaleur humide, est suffisante pour avoir des pansements complètement stériles et, après expérimentation, nous recommandons l'un des trois mélanges suivants :

1° Benzonaphtol	100 gr.
Fuchsine........................	40 centigr.

Mélange sec et pulvérisé de couleur rosée et devenant rouge vineux après fusion à 110°.

2° Acétanilide	100 gr.
Vert brillant....................	1 —

Mélange sec et pulvérisé de couleur azurée faible et devenant vert foncé après fusion à 115°.

3° Terpine	100 gr.
Violet de méthyle..............	1 —

Mélange sec et pulvérisé à peine teinté en blanc légèrement violacé et devenant bleu violacé foncé après fusion à 117°.

Ces divers mélanges sont mis dans des petits tubes en verre de 6 millimètres de diamètre et de 4 à 5 centimètres de long que l'on scelle ensuite aux deux extrémités.

Nous ne saurions trop recommander au praticien l'usage constant de ces tubes-témoins qui sont, pour le chirurgien, une garantie de l'asepsie de pansements, garantie dont il aura la preuve

lorsqu'il trouvera ces tubes dans chaque boîte ou chaque flacon de coton, de tampons, de gaze, de bandes, etc.

D'autre part, le pharmacien pourra, en toute sûreté, décliner toute responsabilité, relativement aux accidents qui pourraient résulter d'une faute d'asepsie, lorsque les tubes de contrôle, trouvés dans une boîte de pansement scellée, contiendront la substance témoin à l'état fondu.

On a fait observer que, si ces tubes de contrôle indiquaient bien la température à laquelle a eu lieu la stérilisation, ils ne donnaient pas de renseignements sur la durée pendant laquelle cette température a été maintenue.

Pour remédier à ce défaut d'une indication qui a sa valeur, M. Mikulicz emploie le moyen suivant :

Une bande de papier non collé, sur laquelle est imprimé le mot « stérilisé », est largement badigeonnée avec un empois d'amidon à 3 0/0; puis, elle est trempée, demi-sèche, dans une solution iodo-iodurée (iode, 1 partie; iodure de potassium, 2 parties; eau, 100 parties), qui lui communique une coloration bleuâtre foncé suffisamment inteuse pour faire disparaître les caractères d'impression. Le papier ainsi préparé, exposé à la vapeur, se décolore plus ou moins; le mot *stérilisé* reparaît et reste apparent, même après dessiccation et chute de la température.

La chaleur sèche, même à 180-190°, ne peut décolorer le papier; dans un autoclave à 106-107°, le

papier exposé à la vapeur se décolore en dix minutes. Cette décoloration est obtenue en vingt minutes, au contraire, s'il est enfoui dans un paquet de compresses. Si la température de la vapeur n'atteint pas 100°, il faut en prolonger l'action pendant plus d'une heure, pour obtenir une décoloration suffisante.

Voilà donc un moyen pratique permettant de reconnaître : 1° si les objets de pansement ont été effectivement stérilisés à la vapeur ; 2° si la vapeur a atteint un minimum de température déterminé ; 3° si son action a été prolongée pendant un temps suffisant.

CHAPITRE XI

STÉRILISATION DES FILS A LIGATURES

I. — CATGUTS

Le mot anglais *catgut* vient de *cat* (chat) et de *gut* (boyau, intestin). Or, le catgut, employé en chirurgie, est tout simplement la corde harmonique des luthiers, la corde à violon; il provient de l'intestin, non pas du chat, mais du mouton.

Il est utile, à divers titres, de donner sur la préparation industrielle de ces cordes à violon quelques indications qui montreront suffisamment le degré de septicité de ce produit et qui viendront justifier les soins nécessaires pour réaliser son aseptisation absolue.

Préparation industrielle des cordes à violon[1]. — La préparation des cordes à violon commence

1. La plupart des renseignements relatifs à cette fabrication ont été puisés dans le *Dictionnaire de l'industrie*, de M. E.-O. Lami.

d'abord chez le boyaudier et se termine chez le fabricant de cordes d'instruments.

A l'abattoir, des ouvriers spéciaux détachent les intestins grêles, les développent sur une table et les débarrassent, par un raclage rapide, du sang, de la bile, des matières fécales qu'ils peuvent renfermer et de la graisse qui y est adhérente ; il les mettent ensuite en paquets ou en écheveaux, les jettent dans des vases qui sont enlevés chaque jour et apportés à la boyauderie.

L'intestin grêle est formé de trois tuniques superposées qui sont de dehors en dedans : une tunique séreuse, une tunique musculeuse et une tunique muqueuse.

La tunique séreuse formée par le péritoine, c'est-à-dire la tunique externe, et la tunique muqueuse, ou tunique interne, doivent disparaître pour ne conserver que la tunique moyenne, c'est-à-dire la tunique musculeuse formée à la fois de fibres longitudinales et circulaires qui la rendent résistante.

Pour séparer les deux tuniques inutiles dans la confection de la corde, il faut avoir recours à toute une série de manipulations qui doivent être faites avec soin pour conserver bien intacte la membrane musculeuse que la plus légère altération met hors d'usage.

On passe tout d'abord à l'opération du *trempage*, c'est-à-dire qu'après leur arrivée à la fabrique, les intestins sont mis en macération dans une solution très diluée de carbonate de soude à 2 grammes

par litre, puis on les lave à l'eau courante. Après ce lavage, on passe au *raclage* des intestins réunis par paquets : des ouvrières, maintenant de la main gauche les boyaux, raclent avec le dos de la lame d'un couteau la membrane interne ou muqueuse. D'autres ouvrières reprennent alors ces intestins et arrachent la membrane externe, la séreuse, qu'on appelle, en terme de métier, *filandre*. Ces filandres s'emploient, au lieu de fil, pour coudre les boyaux.

Il ne reste plus alors que la tunique musculeuse; le boyau est alors réduit au vingtième de son volume. On le met à nouveau en macération avec des eaux alcalines très faibles pour commencer, puis dans des eaux alcalines de plus en plus fortes. Ces eaux se préparent avec un mélange de potasse et de cendres gravelées.

Après l'action des liqueurs alcalines, on procède au *lavage*. Certains industriels opèrent le nettoyage du boyau par des solutions de permanganates alcalins et décolorent ensuite la corde par de l'eau oxygénée. Généralement, avant le traitement des intestins privés des tuniques interne et externe, on les fend sur toute leur longueur, ce qui est indispensable pour avoir une corde régulière, l'intestin grêle du mouton n'étant pas d'un calibre égal à sa partie supérieure et à sa partie inférieure.

Après lavage et séchage, les boyaux sont *tordus* et le métier qui les porte est mis à sécher dans une chambre où se dégage de l'acide sulfureux.

Les cordes tordues sont *triées* d'après leur blancheur, leur ténacité et leur longueur pour que chacune d'elles soit appliquée au genre de cordes auquel il convient le mieux.

Ici se termine le travail du boyaudier.

Le fabricant de cordes d'instruments reprend les cordes légèrement tordues et les soumet au *filage* à l'aide d'un rouet, puis il les porte au soufroir pour les blanchir.

Après le soufrage, vient l'opération de l'*étrichage* destinée à nettoyer et à dégraisser complètement les cordes par le polissage. Ce travail se fait à la main en polissant avec une corde de crin entourant un faisceau de douze à quinze cordes et mouillant avec une solution de potasse. Plus tard, on *polit* à sec, à la main ou à la machine, au moyen de verre pilé, sur des coussinets de caoutchouc.

Il n'y a plus qu'à enduire les cordes d'huile, à les sécher complètement, à les couper de longueur, ce qui constitue l'apprêtage, et à les enrouler en cercles sur des bobines d'un métier spécial, pour en faire les paquets tels qu'on les trouve dans le commerce.

La corde à boyau, destinée aux usages chirurgicaux, constitue le *catgut :* elle est formée, comme nous venons de le voir, par les fibres musculaires de l'intestin du mouton, c'est-à-dire qu'elle est constituée, au point de vue chimique, par des substances protéiques. A ce titre, elle a la propriété,

sous l'influence des ferments protéolytiques sécrétés par les tissus, de se peptonifier, c'est-à-dire de se dissoudre. De là le nom de fil *résorbable* donné au catgut employé surtout, en chirurgie, pour les sutures profondes, dites sutures perdues.

Le catgut, pour pouvoir être utilisé en chirurgie, ne doit être ni trop sec, ni trop hydraté, de façon à ce que sa résorption se fasse dans un temps déterminé ; qu'elle ne soit ni trop rapide, ni trop tardive. D'autre part, le catgut doit rester souple et résistant, et enfin, il faut qu'il soit *complètement stérile.*

Nous reviendrons plus loin sur le caractère éminemment septique du catgut, à propos de la stérilisation.

Passons tout d'abord aux conditions que doit remplir le catgut, quand à sa grosseur et à sa force de résistance avant de le soumettre aux opérations de la stérilisation. Ces conditions ont été primitivement indiquées par M. Debuchy, et nous les reproduisons en entier.

Le diamètre des cordes répond dans le commerce à des numéros en usage dans la chirurgie. Les données sont les suivantes :

Au mètre courant, pour un diamètre de :

0mm,25,	le n°	00	donne le poids de	0gr,07
0 ,33,	—	0	—	0 ,153
0 ,50,	—	1	—	0 ,3
0 ,60,	—	2	—	0 ,37
0 ,80,	—	3	—	0 ,45
1 ,00,	—	5	—	0 ,67

Les numéros les plus fréquemment employés en chirurgie sont les numéros 1, 2 et 0.

Un des premiers éléments à évaluer est le coefficient de rupture.

M. Debuchy fait remarquer qu'il importe surtout de connaître l'effort maximum que peut supporter une bonne corde à la traction et de s'en tenir, pour le choix de ces cordes, à celles qui donneront les valeurs ci-dessous, étant donné, bien entendu, que les charges de rupture sont supérieures aux efforts de la pratique.

Une mesure dont il importe, suivant M. Debuchy, de tenir compte également, est celle de l'allongement correspondant à la charge de rupture ; évidemment, entre deux échantillons se rompant sous le même poids, il faudra toujours donner la préférence à celui qui aura fourni l'allongement maximum. Cet allongement est d'autant plus intéressant à considérer dans le choix à faire qu'il est fonction du degré d'élasticité, et par suite de l'effort de torsion.

Les coefficients qui paraissent suffisants à M. Debuchy sont les suivants :

N°	00	charge de rupture........	2kg,500
—	0	—	2 ,700
—	1	—	3 ,200
—	2	—	7 ,500
—	3	—	10 ,100
—	4	—	13 ,000
—	5	—	17 ,000

Dans ces essais, la longueur du bras de levier en fil correspondait à 15 centimètres.

Ces essais préliminaires de résistance doivent être renouvelés sur un échantillon, après toutes les opérations de stérilisation, et donner au minimum les mêmes résultats.

Nous verrons, à propos de la stérilisation par le *procédé* mixte, que c'est surtout M. Debuchy qui a eu recours à cette méthode d'aseptisation après avoir étudié quelle pourrait être l'action de la chaleur sur la résistance d'une corde à catgut déshydratée très lentement. Il a reconnu qu'une corde soumise à une dessiccation lente, puis stérilisée ensuite à l'autoclave à 120°, en présence de vapeur d'alcool absolu, subissait une diminution de 28 0/0 de la résistance initiale.

Notre collègue, M. A. Astruc, dont on connaît la compétence dans l'industrie des objets de pansements, a apporté récemment une contribution importante à la question des fils chirurgicaux, à la suite d'observations personnelles.

Relativement à la charge de rupture ou *coefficient de traction* directe, cet auteur fait remarquer qu'à son avis cette indication est insuffisante et que d'autres facteurs doivent intervenir. Il faut tenir compte, par exemple, de ce que les fils à ligatures employés par les chirurgiens ne sont pas soumis à un simple effort de tension directe; l'opérateur fait un nœud, parfois un double nœud, généralement un nœud spécial, appelé nœud du chirurgien. Il

est donc important de se préoccuper du coefficient de traction sur nœuds.

M. Astruc a observé que lorsque l'on mesure la solidité d'un fil non plus simplement tendu, mais possédant un nœud quelconque sur sa longueur, on constate, pour l'un et l'autre cas, des charges de rupture qui varient dans de notables proportions.

Cet auteur a résumé dans un tableau que nous reproduisons (voir p. 169) les données moyennes de plusieurs expériences. Ces déterminations ont été faites au moyen du dynamomètre à ressort de Testenoire et Trenta, dont les deux mâchoires striées servant à maintenir les extrémités du fil, l'une fixe, l'autre mobile, sont distants de 10 centimètres. Ces essais ont porté non seulement sur les catguts bruts, mais aussi sur les soies et crins de Florence.

M. Astruc a déterminé aussi le *coefficient d'élasticité*, c'est-à-dire l'allongement que subit un fil à ligature sur l'influence de la traction. Cette donnée, moins importante que le coefficient de traction, a cependant son importance puisque, à solidité égale, le chirurgien choisira le fil qui est le plus souple et le plus élastique.

Le coefficient d'élasticité est indiqué par une échelle spéciale du dynamomètre de Testenoire et Trenta; cette graduation donne l'allongement correspondant à la longueur du fil compris entre les deux mâchoires de l'appareil, c'est-à-dire à 10 centimètres; si l'on voulait ramener l'élasticité au

mètre de fil, il suffirait de multiplier par 10 les résultats du tableau.

M. Astruc a déterminé non seulement le coefficient d'élasticité directe, mais encore le coefficient d'élasticité sur nœuds.

Les chiffres que nous reproduisons dans le tableau de l'auteur peuvent servir de base dans les déterminations de solidité et d'élasticité des fils à ligatures bruts, livrés par le commerce aux pharmaciens. Voici ce tableau :

	COEFFICIENTS DE TRACTION (en kilogrammes)			COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ (en millimètres)		
NUMÉROS DES FILS bruts	DIRECTE	SUR NŒUD de CHIRURGIEN	SUR NOEUD simple	DIRECTE	SUR NŒUD de CHIRURGIEN	SUR NOEUD simple
			a) Catguts			
000	3.0	2.7	2.4	17.0	15.7	13.2
00	4.2	3.5	3.2	17.0	14.2	13.0
0	6.0	5.0	4.3	18.0	16.0	12.9
1	7.3	5.5	5.0	17.4	14.6	12.2
2	7.5	5.6	5.0	17.3	14.3	12.6
3	9.7	7.1	6.4	19.8	15.0	13.1
4	9.8	7.1	6.4	18.5	13.0	12.2
5	11.6	7.7	7.1	18.0	13.6	12.0
6	14.5	9.2	8.3	19.6	14.8	12.3
7	15.9	9.8	8.6	20.6	15.9	12.6
8	23.5	12.5	11.8	20.0	12.8	12 3
9	28.0	14.9	14.0	22.3	15.0	13.4
10	33.0	17.5	16.5	23.6	17.6	14.1
			b) Soies			
000	3.0	2.2	2.0	20.5	11.7	9.2
00	3.1	2.3	2.1	21.0	13.1	11.1
0	3.7	3.2	3.0	20.6	16.2	13.0
1	4.9	3.5	3.4	26.5	16.0	15.2
2	6.3	5.0	4.8	29.0	19.3	19.1
3	7.3	6.0	5.5	28.0	23.0	20.0
4	9.2	8.3	8.2	29.6	26.5	26.5
5	10.4	9.4	9.3	»	»	»
6	12.4	10.5	10.5	»	»	»
7	12.6	11.5	11.3	»	»	»
8	14.6	12.6	12.5	»	»	»
9	17.8	15.5	15.4	»	»	»
10	18.7	17.1	17.0	»	»	»
			c) Crins de florence			
Fins	5.5	2.5	1.75	8.5	3.6	2.5
Moyens	6.0	2.6	2.0	8.6	4.0	3.0
Gros	7.0	3.0	2.5	8.7	4.3	3.3

Stérilisation du catgut. — La stérilisation du catgut exige, en raison de sa composition, une technique spéciale et, de plus, l'asepticité complète ne peut être obtenue que par certains procédés qui demandent de la part de l'opérateur beaucoup de soins.

On ne doit jamais oublier que le catgut, en raison même de son origine, est une substance éminemment septique, toujours polluée par une flore bactérienne très riche comprenant, presque toujours, des bactéries pathogènes qui peuvent être sporulées et qui, par suite, sont très résistantes.

Souvent le catgut est souillé par le bacille du tétanos dont la présence est constante dans l'intestin des herbivores en général et, en particulier, du mouton, et qui se retrouvent dans les cordes à violon.

D'après Zaiatschowsky, le catgut contient aussi deux bactéries qu'il a désignées par les deux lettres α et β ; ces deux bactéries résistent non seulement à l'action de la chaleur sèche à 100°, mais encore à celle des substances chimiques ordinairement recommandées pour la stérilisation. Zaiatschowsky considère ces bactéries α et β comme spécifiques du catgut ; elles ne seraient pas pathogènes par elles-mêmes, mais elles auraient la propriété d'exalter la virulence des microbes pathogènes.

Les procédés d'aseptisation qui ont été préconisés, tant en France qu'à l'étranger, sont nombreux ; on peut les diviser en deux classes :

a) Stérilisation par les procédés physiques ou aseptisation ;

b) Stérilisation par les procédés chimiques.

Mais, avant toute stérilisation, il faut procéder au *dégraissage* des cordes à violon qui sont toujours imprégnées d'une matière grasse mise par le boyaudier pour faciliter la conservation de ces cordes et les empêcher de se dessécher.

Le premier soin est donc de procéder à ce dégraissage par un traitement à l'éther ou au sulfure de carbone. On peut opérer pour cela de deux façons différentes :

1° On plonge les cordes à violon pendant vingt-quatre heures dans de l'éther ou du sulfure de carbone ; au bout de ce temps on remplace le dissolvant par une nouvelle quantité de liquide, on laisse encore macérer pendant vingt-quatre heures, et enfin on lave à plusieurs reprises avec de l'éther pur et sec. Ce procédé a l'inconvénient de nécessiter une quantité assez grande de dissolvant.

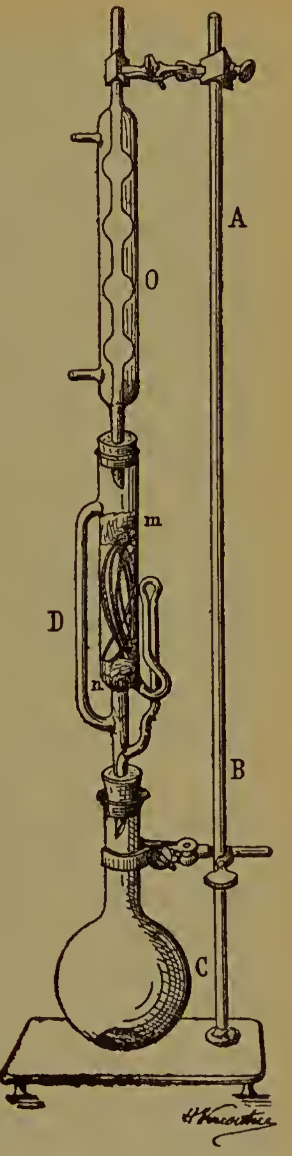


Fig. 49. — Lixiviateur de Soxhlet. — Dégraissage du catgut.

2° On soumet les cordes à violon à un épuisement continu à l'éther au moyen du lixiviateur de Soxhlet qui, grâce à son dispositif, n'exige qu'une proportion peu élevée du dissolvant volatil. Voici comment il convient d'opérer :

On prend un tube lixiviateur de Soxhlet (*fig.* 49) que l'on fixe, au moyen d'un bouchon de liège percé, sur un matras C. On met au fond du tube une couche d'ouate *n* non tassée et on place les cordes à dégraisser D que l'on recouvre d'une autre couche de coton *m*.

Au-dessus du tube de Soxhlet, on adapte un réfrigérant à boules O. Le tout est fixé sur un support AB.

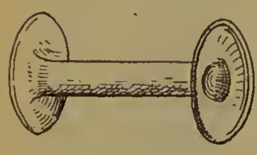


Fig. 50. — Bobine pour enroulement du catgut.

On commence par amorcer le tube-siphon, en versant de l'éther par la partie supérieure du réfrigérant. Puis on chauffe doucement le ballon, de préférence au bain-marie ; les vapeurs d'éther s'échappent en se condensant dans le réfrigérant soigneusement refroidi par un courant d'eau, pour retomber dans le tube et lixivier les cordes à dégraisser; le liquide éthéré se rend ensuite dans le matras par le siphon latéral.

Cet appareil fonctionne très facilement et très régulièrement avec une quantité d'éther relativement peu élevée.

Les cordes ainsi dégraissées ont changé de couleur, elles sont plus blanches et elles sont, en outre, plus souples.

Quand on a effectué cette opération indispensable du dégraissage du catgut, on procède à leur stérilisation.

Enroulement du catgut. — Tout d'abord, le catgut devra être enroulé sur une bobine de verre (*fig.* 50) par coupures de 2^m,50 à 3 mètres, au plus, sans que les tours de fil soient très serrés ; il faut autant que possible qu'ils soient libres pour être facilement accessibles aux moyens de stérilisation.

a) STÉRILISATION PAR LES PROCÉDÉS PHYSIQUES

L'emploi de la chaleur sèche pour l'aseptisation du catgut n'est guère recommandable, car, pour réaliser une stérilisation absolue, il faut porter le fil à une température d'au moins 140°. Suivant la plupart des auteurs, cette température est encore insuffisante, et il faudrait la porter à 160° ; on obtient alors un fil cassant, privé de toute souplesse.

Toutefois M. Reverdin estime, pour sa part, que le catgut, porté graduellement à 140° et maintenu pendant 1 heure à cette température, reste résistant, si on a eu le soin surtout de le priver, dans l'opération du dégraissage, de toutes traces de matières grasses.

M. Krivoscheine prétend avoir eu de bons résultats dans l'emploi de la chaleur sèche, en suivant la technique de M. Grouzdev, qui est la suivante :

Le catgut est soigneusement lavé au savon vert, puis laissé pendant 48 heures dans l'éther, ensuite séché et roulé sur des lamelles en verre, préala-

blement couvertes de gaze, de façon que les tours de fil ne se couvrent pas les uns les autres, mais se touchent seulement l'un à côté de l'autre.

Ces lamelles sont ensuite enveloppées d'ouate (laquelle empêche la combustion du catgut et de la gaze) et soumises à l'action de la chaleur sèche, dont la température atteint en 2 heures 150°, et qu'on maintient ensuite à ce niveau pendant 2 autres heures. Ensuite les lamelles sont transportées dans un flacon d'alcool à 95° qui est hermétiquement fermé.

D'après l'auteur, le catgut reste aussi solide, souple, lisse et ferme qu'avant la stérilisation ; le nœud chirurgical formé par lui tient très bien. Les ensemencements répétés sur la gélose ont donné des résultats absolument négatifs. Sa parfaite stérilité est aussi démontrée par les résultats obtenus en chirurgie à la suite de son emploi.

M. Larochette a donné, dès 1890, un procédé pratique, pour le pharmacien, de stérilisation du catgut sans avoir recours à aucune étuve. Ce moyen très simple est le suivant :

On prend un bocal de grande dimension, à large ouverture, fermé par un bouchon de liège ; au fond de ce vase, on place un peu de coton et, par-dessus, les cordes à stériliser non desséchées.

Trois ouvertures sont pratiquées dans le bouchon permettant l'introduction dans le *bocal-étuve* : 1° d'un thermomètre ; 2° d'un tube recourbé pour permettre l'évaporation de l'eau contenue dans les

cordes; 3° d'un régulateur, système Roux, pour régler la température.

Le *bocal-étuve* est placé dans un bain d'huile. On chauffe modérément de façon à élever graduellement la température et permettre à l'eau, emprisonnée dans les fibres de la corde, de pouvoir se vaporiser facilement. Il faut, pour ainsi dire, dessécher lentement la corde. Là est tout le secret de la stérilisation du catgut par la chaleur.

L'asepsie est complète, comme il résulte des essais bactériologiques qui ont été faits, après deux heures de chauffe à 140°. Enfin, avec une pince stérile, on retire de l'étuve les cordes stérilisées et on les conserve dans l'huile d'olive aseptique et contenant 10 0/0 d'acide phénique cristallisé.

M. Répin, le premier, a préconisé l'usage des vapeurs d'alcool absolu sous pression comme moyen d'aseptisation du catgut.

Après avoir établi que l'alcool renfermant même une petite quantité d'eau donne, lors de la stérilisation, un catgut qui s'hydrate et se désorganise, il recommande de faire séjourner le fil dans de l'alcool absolu porté, sous pression, à la température de 120° et pendant une heure et plus; dans ces conditions, cette chauffe ne modifie en rien le fil qui conserve son apparence et toutes les propriétés physiques pour lesquelles il est recherché en chirurgie. D'autre part, M. Répin s'est assuré expérimentalement que les vapeurs d'alcool absolu sous pression à 120° et agissant pendant 45 minutes tuaient, d'une

façon certaine, les spores les plus résistantes.

Il est donc bien établi que la stérilisation du catgut faite au sein de l'alcool est une méthode qui permet de réaliser l'asepticité absolue du catgut. Nous décrirons maintenant les détails opératoires, tels qu'ils nous ont été donnés par M. Répin.

Procédé Répin. — Le catgut est complètement dégraissé suivant les indications que nous avons précédemment décrites. Bien que l'on ait employé a cette opération de l'éther sec, le catgut contient toujours de l'eau en raison de sa grande affinité pour ce liquide. Il faut alors procéder à sa dessiccation complète pour que, dans la stérilisation, la substance protéique dont il est formé ne s'hydrolyse pas et ne se désorganise pas. On arrive à ce but en plaçant les cordes enroulées dans une étuve à air chaud que l'on porte lentement à la température de 110° environ, et où on les laisse séjourner pendant une heure.

Il est préférable, au lieu d'avoir recours à cette dessiccation à chaud, de mettre le catgut sous une cloche contenant de l'acide sulfurique, où on le laisse jusqu'à dessiccation complète, ce qui demande généralement deux ou trois jours.

La stérilisation telle que la pratiquait M. Répin se faisait en plaçant le catgut, avec une petite quantité d'alcool anhydre, dans un récipient hermétiquement clos et suffisamment résistant qui pouvait être un tube de verre fermé à la lampe ou un cylindre de métal muni d'un couvercle avec vis de pression et garniture de caoutchouc. Ce récipient était placé

dans un autoclave que l'on portait à 120°, et on maintenait cette température pendant une heure.

M. Répin conservait le catgut dans des tubes en verre, contenant un bouillon de culture et que l'on scellait à la lampe. Ce bouillon restait limpide si le fil était bien aseptique.

Mais ce procédé de conservation avait des inconvénients : M. Barthe et, avec lui, la plupart des fabricants de pansements, estiment que ce séjour du catgut dans un bouillon de culture le rend cassant et lui enlève sa tenacité primitive.

Au procédé de M. Répin, on a apporté des modifications qui ont surtout pour but de remédier au défaut de souplesse et de solidité du catgut et à la difficulté que ce fil éprouve, le plus souvent, pour s'hydrater au contact des liquides aqueux, ce qui amène un retard quelquefois considérable dans sa résorption au sein de l'organisme.

M. Triollet estime, avec juste raison, que la fragilité du catgut provient de son hydratation (défaut de dessiccation), ou de celle de l'alcool *au moment de la stérilisation*. Des traces d'eau suffisent pour amener la transformation des substances collagènes en gélatine, d'autant plus qu'on sait combien l'alcool absolu est avide d'eau et avec quelle rapidité cette hydratation s'effectue pendant les manipulations.

D'autre part, un catgut trop sec est cassant, dépourvu de souplesse et peu propre à la confection des nœuds ; ces défauts sont encore plus accentués par un séjour prolongé au sein de l'alcool absolu.

Aussi est-il important, *une fois la stérilisation faite*, de rendre au catgut une certaine quantité d'eau pour qu'il puisse récupérer ses qualités qui justifient son emploi en chirurgie. Pour cela, on a préconisé de ramener, par un artifice spécial, l'alcool absolu, dans lequel le fil est conservé, au titre de 90° par addition d'eau sans ouvrir le récipient où le catgut est enfermé.

Nous allons voir successivement les diverses modifications apportées à la technique de M. Répin.

Procédé Legueu. — M. Legueu a fait construire un tube destiné à stériliser le catgut dans l'alcool absolu et à le conserver, sans changement et sans manipulation intermédiaire, dans l'alcool à 90°. Pour cela, dans le tube à côté de l'alcool et du catgut, il y a une ampoule de verre qui contient de l'eau. Le tube est stérilisé dans l'alcool absolu à 120°, puis, en agitant le tube, on brise l'ampoule qui contient l'eau, et celle-ci, en se mélangeant à l'alcool absolu, le transforme en alcool à 90°, la quantité d'eau est mesurée exactement pour donner au mélange le titre indiqué. Dans ces conditions, le catgut récupère en partie sa souplesse au contact de l'alcool hydraté.

Procédé Robert et Leseurre. — MM. Robert et Leseurre stérilisaient primitivement leur catgut dégraissé dans des tubes scellés, où ils introduisaient tout d'abord une petite ampoule fermée contenant la quantité d'eau nécessaire pour ramener l'alcool absolu à 90°.

Cette ampoule, dont l'extrémité est très mince,

peut être brisée par simple choc, et les débris de verre sont arrêtés par un petit panier. Le tube contenant le catgut porte en son milieu un bourrelet annulaire; pour ouvrir le tube, il suffit de tirer en sens contraire les deux moitiés du tube qui se séparent sans éclat au niveau du bourrelet.

Ces auteurs ont adopté maintenant un autre procédé d'aseptisation du catgut par chauffages successifs dans la vapeur de benzine cristallisable (voir p. 189).

Procédé Barthe et Soulard. — MM. Barthe et Soulard ont rendu très pratique la méthode de stérilisation de M. Répin, et le catgut qu'ils préparent, depuis longtemps déjà, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, a été adopté avec empressement par les chirurgiens des hôpitaux de cette ville.

Nous avons eu l'occasion de visiter le service de stérilisation des objets de pansement que les auteurs ont installé à l'hôpital Saint-André, et nous reconnaissons que cette installation répond à tous les besoins de la chirurgie, que les produits préparés offrent toute sécurité au point de vue de l'aseptisation. Ce résultat est atteint avec un matériel relativement peu important. Voici, en particulier, la technique adoptée pour stériliser le catgut :

Le fil, après avoir été complètement dégraissé par traitement à l'éther dans un appareil à lixiviation, est enroulé par coupures de 2m,50 à 3 mètres sur des tubes de verre de 7 centimètres de longueur sur 12 millimètres de diamètre, bordés à chaque

extrémité pour éviter toute coupure des doigts. L'enroulement de la corde à boyau est tel qu'il suffit de tirer l'extrémité non nouée pour que le reste du catgut se déroule aisément.

La dessiccation du catgut est opérée lentement dans une étuve où circule un courant d'air chauffé à 85-95°. La température ne doit jamais atteindre d'emblée 100°.

Les bobines sont alors introduites dans les tubes cylindriques en verre soufflé de 10 centimètres de haut, de 25 millimètres de diamètre, et bouchés d'un tampon d'ouate hydrophile; elles sont soumises à la stérilisation dans la vapeur d'alcool anhydre à 120° pendant une heure. Cette opération s'effectue, comme le faisait M. Répin, au moyen de deux autoclaves ordinaires, l'un d'eux plus petit, pouvant être renfermé dans le plus grand, et contenant, avec les tubes de catgut à stériliser, de l'alcool anhydre. Le grand autoclave extérieur, renfermant de l'eau, est chauffé à la température de 120° pendant une heure. Dans ces conditions, le catgut subit l'action de la vapeur d'alcool absolu, portée à 120°, dans un espace clos, où la pression est de 4 atmosphères environ.

Après cette opération, et léger refroidissement de l'appareil, les tubes sont recouverts de capuchons de caoutchouc, préalablement stérilisés, sans qu'il ait été nécessaire de les déboucher, et sans qu'ils aient pu recevoir à aucun moment le contact d'un germe ou d'une poussière extérieure. Par-dessus le

capuchon passe une petite bande de sûreté dont les deux extrémités sont collées le long des parois du tube. Le numéro du catgut est aussi indiqué sur une petite étiquette ovalaire.

MM. Barthe et Soulard ont adopté plus récemment un nouveau modèle de récipient, pour la conservation du catgut, d'un maniement plus facile et d'une fermeture encore plus complète. Ce récipient consiste en une petite « boîte en verre » cylindrique avec goulot plus étroit, fermée par un couvercle également en verre de même diamètre que celui de la boîte; entre le goulot et le couvercle existe donc un certain espace qui est rempli d'ouate hydrophile, de façon que le couvercle entre à frottement résistant sur le goulot. Une bande de sûreté est collée, après stérilisation, le long de la rainure.

Procédé Triollet. — M. J. Triollet a cherché un procédé d'aseptisation du catgut pouvant allier toutes les garanties d'une asepticité absolue, celle que donne l'autoclave, avec tous les avantages d'un assouplissement.

Après de nombreux essais, cet auteur s'est adressé comme liquide stérilisant, à l'acétone, plus facile à obtenir anhydre que l'alcool, sans action nuisible sur le catgut et cependant miscible à l'eau.

Dans la stérilisation en milieu acétonique, on ne remarque jamais de gélatinisation partielle du catgut; la solidité du fil reste complète.

M. Triollet a adopté un dispositif qui constitue,

avec l'emploi de l'acétone, l'originalité de son procédé. Voici en quoi il consiste :

Le catgut est enroulé sur un flacon-bobine A (*fig.* 51) fermé d'un bout seulement et contenant la quantité d'eau exactement nécessaire pour la grosseur du catgut à assouplir.

La bobine ainsi préparée est placée dans un flacon D où l'on met une quantité déterminée d'acétone (10 cent. cubes), en ayant bien soin que les deux liquides ne se mélangent pas. Ce dernier flacon est fermé hermétiquement au moyen d'une bague métallique F sertie autour du col du flacon. Ceci fait, on porte l'appareil à l'autoclave et on le soumet à 120° pendant quarante minutes.

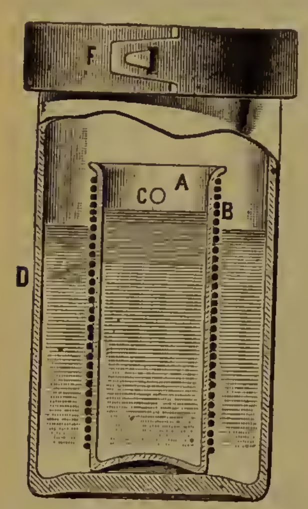


Fig. 51. — Dispositif de M. Triollet pour la stérilisation du catgut.

Il résulte des considérations physiques et des expériences de M. Triollet que l'hydratation de l'acétone n'est que de 1 0/0 et que, par suite, la stérilisation du catgut se fait dans un milieu pratiquement anhydre : c'est une des conditions importantes pour que le catgut ne se désorganise pas et, de fait, le fil conserve toute sa solidité, mais il est rigide. Or, pour l'assouplir, il suffit de renverser le flacon après refroidissement. Les liquides

se mélangent et le travail d'assouplissement commence. Il dure de quelques heures à quelques jours suivant la grosseur du fil.

Le catgut ainsi préparé présente, au point de vue de son asepticité, de sa solidité et de sa souplesse, toutes les garantics réclamées par la chirurgie.

Procédé Guerbet. — Pour remédier aux inconvénients de stérilisation et dc conservation du catgut par l'alcool absolu, M. Guerbet a préconisé un procédé basé sur l'emploi des vapeurs de chloroforme à la température de 140°.

Le catgut, dégraissé et déshydraté, est introduit dans un tube de verre bien sec, de 17 centimètres de diamètre et d'un millimètre et demi d'épaisseur. On met dans ce tube 2 centimètres cubes environ de chloroforme pur et sec et on scelle à la lampe. Il faut chercher, pendant cette dernière opération, à éviter autant que possible le contact des vapeurs de chloroforme avec la surface chaufféc ; ces dernières seraient décomposées, et lcs produits chlorés qui prendraient naissance altéreraient la surface du catgut pendant la stérilisation.

Pour obvicr à cet inconvénient, M. Guerbet opèrc de la façon suivante :

Après l'introduction du catgut dans le tube, on étrangle ce dernicr à l'endroit où on veut le fermer. Après refroidissement, on introduit le chloroforme avec un petit tube de verre plongcant jusqu'au fond du récipient ; on évitc ainsi de mouiller les parois de ce dernier. On refroidit le chloroformc par un jet dc

chlorure de méthyle et d'éther, et on scelle le tube.

Malgré ces précautions, il se forme un peu de produits acides, mais jamais en quantité suffisante pour altérer le catgut.

L'auteur a soin, pendant ces manipulations, d'éviter l'entrée de l'air humide, en surmontant le tube à catgut d'un bouchon que traverse un petit manchon contenant, entre deux tampons de coton, du chlorure de calcium fondu.

On obticnt ainsi un catgut bien sec dans le chloroforme et en tube scellé.

On stérilise par chauffage à l'autoclave à 140°. On maintient cette température pendant une demi-heure, puis on laisse refroidir lentement pour éviter l'éclatement du tube.

D'après les expériences faites par M. Guerbet avec du catgut préalablement infecté par les bactéries sporulées les plus résistantes, on obtient toujours par ce procédé un catgut complètement aseptique et qui, en outre, n'a que très peu perdu de sa solidité.

Procédé Krönig. — Dans cette méthode, la stérilisation du catgut est obtenue par chauffage dans le cumol[1].

Ce carbure bout seulement entre 168-170°. Or le catgut, qui a été chauffé à 150 ou 160° dans ce liquide, ne perd aucune de ses qualités de résistance et d'élasticité, et il est complètement stérile.

Voici comment M. Krönig conseille d'opérer :

1. On donne le nom de *cumols* ou de *cumènes* aux trois triméthylbenzènes isomères.

Le catgut est d'abord enroulé en petits paquets liés de quelques fils de lin, et on le maintient à 70° dans une étuve sèche pendant deux heures. Puis, on plonge les petits paquets de catgut dans des flacons à large ouverture contenant du cumol et on chauffe au bain de sable.

Les vases à filtrations chaudes de Bohême ou d'Iéna conviennent parfaitement pour cet usage.

Il faut avoir soin d'entourer le vase de sable jusqu'aux deux tiers de sa hauteur. On plonge un thermomètre dans le liquide et on chauffe le bain de sable sur un bec Bunsen. Quand le cumol a atteint la température de 155°, on éteint le gaz, et le catgut subit encore, pendant un temps assez long, une température élevée en raison du refroidissement lent du bain de sable.

Il est bon de recouvrir le vase contenant le cumol d'un fin treillage en fil de fer ou en laiton, pour éviter tout danger d'inflammation.

Après cette stérilisation, le catgut est plongé dans de l'éther de pétrole qui dissout le cumol adhérent, et on conserve le fil dans une solution au millième de sublimé dans alcool absolu avec addition de 15 0/0 de glycérine anhydre.

Nous ne doutons pas que le procédé de Krönig ne réalise l'asepsie absolue du catgut, mais nous lui reprochons de multiplier les manipulations du fil pendant lesquelles il risque de se contaminer. L'auteur ne dégraisse pas son fil avant de procéder à la stérilisation, c'est très vraisemblablement

parce qu'il s'est assuré que le chauffage dans le cumol suffit à lui seul pour le priver de toutes traces de matières grasses.

M. J. Lafourcade recommande aussi le procédé de stérilisation du catgut par le cumol, le considérant comme donnant toute garantie au point de vue de la pureté, de la solidité et de la souplesse. Voici la technique qu'il emploie :

Il dégraisse tout d'abord les cordes à boyaux, longues de 5 mètres, par un séjour prolongé dans l'éther. Puis on les enroule autour des bobines de verre et on dessèche à l'étuve à 90° pendant deux heures. Cette dessiccation est indispensable si l'on veut avoir un catgut résistant.

La stérilisation est faite en plaçant verticalement les bobines dans un petit autoclave d'Adnet en bronze et à joint de plomb. Le couvercle présente un orifice par lequel passe un thermomètre. Cet appareil est chauffé par une petite rampe à gaz. L'autoclave est rempli de cumol commercial, on le ferme hermétiquement au moyen des écrous et on allume le gaz. On dirige le feu de façon à ce que le thermomètre monte lentement. Lorsque celui-ci atteint 160°, la préparation est terminée. On peut se rendre compte que la température reste au-dessus de 130° pendant une demi-heure environ. En baissant le gaz, la température est maintenue à 160° pendant quelques instants.

Pendant que se fait la stérilisation du catgut, on stérilise à part, dans l'autoclave, des tubes de verre

à fermeture canette et contenant à mi-hauteur de l'alcool à 90°. Ces tubes fermés sont portés à 120°. Puis l'autoclave à catgut est ouvert. Chaque bobine est saisie à l'aide d'une pince flambée et placée dans un de ces tubes en verre, et conservée dans l'alcool à 90°.

M. Lafourcade considère que le catgut qu'il emploie a l'avantage de se résorber lentement comme le catgut chromique (voir p. 197).

Cet auteur reconnaît que le seul reproche que l'on puisse adresser à ce mode de préparation, c'est le *transport* du catgut stérilisé dans les tubes contenant de l'alcool : une contamination du fil à ligature est toujours possible lors de cette manipulation. Nous avons attiré également l'attention sur cet inconvénient relativement au procédé de Krönig, or la méthode de M. Lafourcade est, somme toute, la même que ceux de Krönig avec cette différence que, dans cette dernière, le catgut est préalablement dégraissé.

Certains auteurs prétendent que ni le chauffage dans l'alcool à 120° ou dans l'acétone, ni la tyndallisation par chauffages répétés à 60° dans l'alcool dilué ne sont suffisants pour aseptiser le catgut.

Si, disent-ils, on chauffe à 120° du catgut plongeant dans de l'alcool colorée par l'éosine ou par le verre malachite, on constate que ce catgut ne se colore qu'à la surface et que l'intérieur reste entièrement blanc. La même expérience, répétée avec de l'acétone colorée, donne les résultats identiques. Par contre, si l'on fait macérer le catgut dans des

solutions aqueuses des mêmes matières colorantes, il se colore toujours dans toute son épaisseur.

De ces expériences, on a conclu que l'alcool, comme l'acétone du reste, en durcissant les couches superficielles du catgut, empêche la pénétration du liquide coloré jusqu'au centre du fil et que, par suite, la stérilisation opérée avec lui n'atteignait que les couches périphériques et non le centre. La stérilisation avec l'alcool n'est guère possible qu'après un autoclavage prolongé ou répété ; malheureusement le fil perd de 5 à 20 0/0 de sa solidité.

C'est, en particulier, l'opinion de M. Legueu, qui a fait la critique de la stérilisation du catgut par l'alcool et l'acétone. Il estime également, que pour avoir, au point de vue de l'asepsie, une sécurité absolue, il est nécessaire de chauffer à plusieurs reprises à 120° et que, seule, la benzine peut être employée sans altérer la solidité du catgut. Les préférences vont alors au procédé d'aseptisation employé par MM. Robert et Carrière.

Ce procédé consiste à soumettre le catgut dégraissé et desséché à cinq passages successifs à l'autoclave entre 125° et 130°, à cinq jours différents et pendant une heure par jour. Pour assouplir le fil devenu rigide à la suite de ce traitement, il existe dans le tube scellé qui le contient une petite ampoule scellée remplie d'un liquide assouplissant dont la composition ne nous est pas connue. Cette ampoule est brisée par un choc après la stérilisation, le liquide qu'elle renferme se déverse sur

le catgut et l'assouplit. Nous donnons plus loin le détail de ce nouveau procédé de stérilisation.

M. Lerat stérilise le catgut brut, non dégraissé, qu'il met dans des tubes en verre préalablement stérilisés; ces tubes sont remplis de vaseline anhydre qui a été aseptisée par chauffage à 120°. Ils sont ensuite mis dans une solution saturée de chlorure de sodium et de borate de soude dont le point d'ébullition est de 104° environ. On maintient les tubes pendant une heure dans cette solution bouillante. On renouvelle, le lendemain et le surlendemain, cette stérilisation au sein de la solution bouillante.

Le catgut ainsi stérilisé est conservé dans le tube même et inclus dans la vaseline. Quand on veut utiliser le fil, on fait fondre le corps gras à une douce chaleur, on retire le catgut avec une pince flambée, et on l'essuie avec un linge aseptique pour enlever la vaseline qui l'imprègne.

Ce fil serait, après ce traitement, complètement aseptique.

Nouveau procédé d'aseptisation du catgut par MM. Robert et Carrière. — MM. Robert et Carrière ont adopté, pour l'aseptisation du catgut, la nouvelle technique suivante :

Le catgut, complètement dégraissé par lixiviation au moyen de l'éther pur et chaud, est desséché avec soin à l'étuve sèche chauffée entre 110° et 120°. La bobine de catgut est mise dans un tube en verre

muni, comme nous l'avons dit précédemment, d'un petit panier de métal destiné à retenir les éclats de verre provenant de l'ampoule brisée contenant le liquide destiné à assouplir le fil à ligature. Pendant les manipulations, l'atmosphère du laboratoire doit être absolument sèche, et toutes les précautions doivent être prises pour que le catgut ne puisse prendre l'humidité.

Les tubes renfermant les bobines de catgut sont additionnés d'une quantité déterminée de benzine cristallisable et scellés, puis mis dans des boîtes cylindriques dont le fond est perforé pour que la vapeur puisse circuler autour des tubes. Ces boîtes sont placées dans l'autoclave contenant un liquide dont la vapeur à 130° a une tension sensiblement égale à celle de la benzine, de façon à ce que les tubes supportent une pression extérieure équivalente à la pression intérieure et n'éclatent pas.

Estimant qu'aucun liquide n'est capable de stériliser le catgut en une seule séance, MM. Robert et Carrière soumettent le catgut à une série de chauffage : cette *polystérilisation* est faite en autoclavant cinq fois entre 120° et 130° (une heure par jour et cinq jours de suite). Ces auteurs affirment que cette action successive de la chaleur, faite en présence de la vapeur de benzine, n'altère en rien la solidité du fil.

Lorsque la stérilisation est terminée, les tubes de catgut sont pris un à un et, par choc brusque, la petite ampoule enfermée dans chacun de ces tubes,

se brise, et le liquide, destiné à l'assouplissement, se répand sur le catgut.

Les différents procédés que nous venons de décrire présentent, en général, le maximum de garanties à tous égards, à part quelques-uns qui offrent quelques inconvénients d'importance secondaire.

Mais la plupart de ces procédés, excellents pour l'industrie des pansements, ne sont pas toujours très pratiques, surtout pour les pharmaciens appelés, à des moments plus ou moins éloignés, à stériliser eux-mêmes leur catgut.

Dans ce cas, le praticien aura avantage à avoir recours, lorsqu'il s'agit bien entendu d'*une stérilisation par la chaleur*, aux méthodes de Mencière, de Bardy, ou plus simplement à la technique que M. Grimbert a proposée pour le nouveau Codex.

Il n'y a là souvent, nous le répétons, qu'une modification peu importante dans les procédés déjà décrits ou adoptés par d'autres auteurs, mais que la simplicité doit faire adopter dans la pratique courante de la pharmacie.

Nous passons à la description de ces procédés pratiques :

Procédé L. Mancière. — Il est un fait indéniable c'est qu'il est toujours préférable, pour éviter toute contamination, de conserver le catgut dans le flacon ou le tube où il a été aseptisé ; aussi la technique indiquée par M. L. Mencière, à la fois simple et susceptible d'être pratiquée par tous les phar-

maciens, est, en tous points, recommandable.

Cet auteur s'est assuré que des tubes à essai ordinaires, mais un peu épais, contenant de l'alcool absolu et scellés, pouvaient résister très bien à une température de 120° dans l'autoclave. Ceci établi, voici le détail des manipulations à effectuer :

Le catgut, complètement dégraissé par traitement à l'éther, est chauffé dans une étuve de 100° en ayant soin de n'atteindre cette température que progressivement.

Le catgut dégraissé et déshydraté est mis sur une bobine que l'on introduit dans un tube à essai de de 15 millimètres de diamètre, d'une hauteur de 15 à 20 centimètres et d'une épaisseur de verre de 1 millimètre.

Ce tube doit être, au préalable, bien desséché à l'étuve.

On verse dans ce tube de l'alcool anhydre jusqu'à 1 centimètre au-dessous de la bobine.

On scelle ensuite le tube à la lampe. Pour cela, le tube, tenu incliné, est porté dans la flamme d'un bec Bunsen, à environ 4 ou 5 centimètres du niveau de l'alcool, on le chauffe régulièrement en le tournant. Quand le verre est suffisamment ramolli, on sort le tube de la flamme et on l'étire sans arrêter le mouvement de rotation. L'extrémité étirée est réchauffée à nouveau pour le ramollir ; la pointe est ainsi renfoncée, et si on a eu soin de tourner complètement le tube sur lui-même pendant cette opération, la partie conique et terminale du tube

est régulière, sans parties plus faibles qui pourraient céder sous l'influence de la pression intérieure, lors du chauffage. M. Mencière fait remarquer qu'en opérant dans ces conditions il est bien rare que l'alcool s'enflamme; si cet accident survenait, on n'aurait qu'à retirer le tube de la flamme du gaz pour que l'alcool ne continue pas à brûler. Lorsque le tube est scellé, il faut avoir soin de maintenir le tube bien droit, car, si l'alcool froid venait au contact du verre chauffé, il pourrait en résulter une rupture, du reste sans danger.

Quand le tube est fermé, on le porte à l'autoclave à 120° pendant une heure.

Le catgut ainsi obtenu est tout à fait aseptique, il est souple et résistant et peut se conserver indéfiniment.

Procédé A. Bardy et H. Martin. — MM. Bardy et Martin opèrent également la stérilisation de leur catgut dans les vapeurs d'alcool anhydre à 125° en se servant de simples tubes à essai. Ils font observer que le tube, à la condition qu'il soit bien fermé au chalumeau, sans soufflure et sans pointe, résiste fort bien à la pression de l'alcool porté à 125° et dont la tension est supérieure d'un peu plus de 3 atmosphères à la pression atmosphérique.

Le tube de catgut préparé par ces auteurs porte un trait de lime fait à l'avance; il suffit, au moment du besoin, d'agrandir ce trait en longueur et en profondeur au moyen d'une petite lime qui accompagne le tube pour obtenir facilement une cassure nette et sans éclats.

Pour rendre de la souplesse à ee catgut eonservé dans l'aleool absolu, on le fait tremper, au moment de son emploi, dans de l'alcool à 80° où il reprend une quantité d'eau suffisante pour se gonfler, se détendre et faciliter la confeetion du nœud sans nuire à sa solidité.

Procédé du nouveau Codex. — Sur la proposition de M. Grimbert, le nouveau Codex a adopté, pour la stérilisation du catgut, le proeédé à l'alcool absolu et l'emploi des tubes de verres seellés. Il est bien entendu qu'on pourra remplacer ces derniers par d'autres récipients à fermeture hermétique et suffisamment résistants, ou bien faire usage de l'autoclave à aleool de Répin qu'on placera dans un autoelave plus grand à eau ordinaire.

Voici la technique adoptée, y compris l'opération du dégraissage :

On place le catgut dans un appareil à épuisement continu et on l'épuise par l'éther. Pour dessécher le fil, on le porte ensuite, dans une étuve chauffée à 85° environ, pendant six heures. On laisse refroidir le fil sous une cloehe à acide sulfurique.

Pour le stériliser, on l'introduit dans des tubes en verre résistant contenant de l'alcool absolu; on scelle à la lampe. Les tubes sont disposés dans un autoelave et on ehauffe à 120° pendant quarante-cinq minutes. On laisse refroidir.

M. Grimbert a ajouté que, lorsqu'on veut faire usage de ee catgut, il convient de le plonger pendant un quart d'heure dans de l'eau stérilisée.

b) STÉRILISATION PAR LES PROCÉDÉS CHIMIQUES

Si on se reporte aux considérations générales que nous avons exposées à propos de l'asepsie et de l'antisepsie, nous croyons pouvoir dire que la stérilisation par les procédés chimiques, c'est-à-dire par les antiseptiques, n'offre pas toutes les garanties d'asepticité que l'on est en droit d'attendre de la stérilisation par les procédés physiques et, en particulier, par l'action des vapeurs d'alcool portées à 120°.

Toutefois nous croyons utile d'indiquer les différentes méthodes de stérilisation par les antiseptiques qui ont été préconisées ; le pharmacien, il nous semble, ne doit pas les ignorer, d'autant plus que certains chirurgiens prétendent avoir obtenu d'excellents résultats, par l'emploi des catguts rendus stériles par des solutions microbicides.

Nous ne nous arrêterons pas à la méthode initiale de Lister, qui consistait à laisser séjourner le catgut, pendant six mois, dans une solution huileuse d'acide phénique.

Nous savons d'ores et déjà que, dans ces conditions, on est bien loin de réaliser l'asepsie du fil, malgré les modifications apportées par MM. Rapp, Lucas-Championnière, etc.

L'emploi des solutions de sublimé fait par MM. Schwartz, Bracatz, Bergmann ne peut rendre stérile le catgut ; il ne peut donc être considéré

comme un procédé idéal, quelle que soit la technique et quelle que soit aussi la durée du séjour du fil dans les solutions mercurielles.

La membrane de la spore, coagulée sous l'influence du sel mercurique, ne laisse plus pénétrer à l'intérieur l'agent microbicide pour continuer son œuvre d'aseptisation. Et puis, n'est-il pas établi, en admettant même les spores bactériennes momentanément stériles, que celles-ci, en contact avec les liquides de l'organisme lors de la suture, vont céder leur sublimé et reprendre toute leur vitalité.

M. Harrington a préconisé, l'un des premiers, l'aldéhyde formique pour la stérilisation du catgut. Des expériences nombreuses, faites dans ces conditions, ont démontré que le catgut soumis aux vapeurs de formol conservait, il est vrai, sa puissance de résistance, mais qu'au point de vue de l'asepticité obtenue le procédé était d'une valeur douteuse. M. Frederick, néanmoins, estime que ce procédé lui a toujours donné d'excellents résultats:

Voici quelle est sa pratique de stérilisation :

On laisse le catgut respectivement pendant une, trois, cinq, sept heures, selon les numéros (0, 1, 2, 3) dans une solution de formol à 5 0/0.

Au bout du temps voulu, le fil est lavé soigneusement et longtemps à l'eau courante ; puis il est plongé pendant un quart d'heure dans l'eau bouillante.

Le catgut, ainsi traité, est conservé dans des flacons

aseptiques contenant de l'alcool à 95° additionné de 8 à 10 0/0 de glycérine préablement stérilisée.

Dans le cas où les ligatures ne doivent pas être résorbées avant plusieurs semaines, M. Frederick prépare ce qu'il appelle « le catgut au bichromate de potasse ». Le fil, après sa stérilisation au formol, est tout simplement immergé dans la solution suivante :

Eau stérilisée..............	1 litre
Glycérine stérilisée........	10 cent. cubes
Bichromate de potasse.....	1gr,50

Tout récemment, lord Lister a recommandé le catgut chromé, qui a l'avantage d'être souple, résistant et de se résorber très lentement ; il est juste d'ajouter que, pour certains chirurgiens, la lenteur de sa résorption n'est pas toujours sans inconvénient pour les tissus. Voici comment se prépare ce catgut :

On dissout 1 gramme d'acide chromique dans 60 grammes d'eau distillée, puis on ajoute une solution d'acide sulfureux jusqu'à coloration verte du mélange et on complète, avec de l'eau distillée, de façon à obtenir 120 grammes de solution. Si la proportion d'acide sulfureux ajoutée est en excès, le liquide est alors coloré en bleu, on met en réserve une petite quantité de solution d'acide chromique, qui est alors ajoutée goutte à goutte jusqu'à ce que la teinte verte commence à réapparaître. Il est indispensable de détruire cet excès d'acide sulfureux qui précipiterait une certaine proportion

d'une liqueur de sublimé entrant dans la même solution et qui se compose de :

Sublimé corrosif..............	0 gr. 50
Eau distillée..................	80 —

On mélange la solution de sulfate de chrome à cette solution de sublimé. Le catgut est immergé dans le liquide où il y séjourne pendant vingt-quatre heures. On le sèche ensuite en ayant soin de le tendre.

Lord Lister recommande de placer le catgut dans une solution aqueuse de phénol à 5 0/0, un quart d'heure avant l'opération.

M. H. Cristal prépare un catgut chromé en enroulant le catgut brut sur des tubes de verre, et on plonge le tout pendant quarante-huit heures dans une solution d'acide chromique à 1 0/0, puis pendant vingt-quatre heures dans de l'acide sulfurique ordinaire. Le fil est conservé dans de l'alcool méthylique contenant 1 0/0 de thymol. D'après M. H. Cristal, la solidité de ce catgut se conserve au moins trois semaines.

On a aussi expérimenté l'emploi des essences dont le pouvoir bactéricide pour quelques-unes est considérable.

C'est ainsi que MM. Thiersh, Kurster, A. Martin, Pozzi ont employé l'essence de bois de genévrier. M. Pozzi, en particulier, a combiné l'action du sublimé avec celle de l'essence de bois de genévrier :

Le catgut est d'abord dégraissé soigneusement à

l'éther, puis stérilisé dans l'étuve sèche à 110° pendant une heure. Il est ensuite trempé dans une solution de sublimé au millième, puis maintenu, durant plusieurs semaines, dans l'essence de bois de genévrier.

Le catgut est ensuite retiré et on le conserve dans l'alcool, additionné d'un dixième d'essence de genévrier.

D'après MM. Pozzi, ce *catgut au genièvre* conserve toute sa ténacité et sa flexibilité.

Dans ces dernières années, des chirurgiens allemands et anglais ont adopté l'emploi d'un catgut aseptisé par une solution aqueuse d'iode dans l'iodure de potassium ; ce catgut porte le nom de *catgut de Claudius*, du nom de son inventeur.

Procédé Claudius. — Le catgut *brut* mis sur bobines est placé dans une solution composée de :

Iodure de potassium............	1 gr.
Iode pure......................	1 —
Eau distillée..................	100 —

et on laisse séjourner pendant huit jours.

Au bout de ce temps, la stérilisation est considérée comme parfaite.

La consistance des fils au sortir de la solution iodée est comparable à celle des fils du cordonnier.

Un dégraissage du catgut avant l'action de l'iode n'est pas possible, le fil devenant d'ordinaire rude et cassant.

Avant son emploi, on plonge le catgut dans un

liquide stérile quelconque, ou dans une solution aseptique de phénol à 3 0/0 pour enlever l'excès d'iode. On peut aussi le conserver dans l'alcool.

Pour avoir un fil moins cassant, Fuchs conseille de ne pas suivre la dernière partie de la technique de Claudius et de conserver le catgut dans la liqueur iodée, ou bien, à l'état sec, dans des boîtes stérilisées, auquel cas il suffit de le faire macérer pendant quelque temps dans de l'eau stérilisée pour lui rendre sa souplesse.

M. Salkindsohn préfère prendre du catgut dégraissé qu'il enroule sur des bobines de verre, à raison de 3 mètres de fil au maximum par bobine. Il immerge le tout dans une solution contenant 0gr,65 d'iode pour 100 grammes d'alcool à 50°. Les bobines sont laissées au moins huit jours au contact de cette solution et à l'abri de la lumière. Au bout de ce temps, le catgut peut être utilisé ou conservé sans inconvénient au sein de la liqueur iodée.

M. W. Stone est partisan de l'emploi de la solution *aqueuse* iodo-iodurée telle que l'a indiquée M. Claudius; mais, pour éviter une diminution de la résistance du fil, il recommande de formoliser, au préalable, le catgut. A cet effet, il immerge le fil dégraissé dans une solution de formol à 4 0/0 pendant 36 à 48 heures, puis il le lave à l'eau courante pendant 10 à 12 heures.

C'est après cette opération que le catgut est placé dans la solution iodo-iodurée où il reste jusqu'au moment de l'usage.

Il est bien certain que le formol, en se combinant aux substances protéiques du catgut, remédie à la diminution de résistance que le fil acquiert après son immersion dans la solution aqueuse iodo-iodurée. Mais nous nous demandons si la formolisation ne retarde pas trop la résorption du fil, car l'emploi du catgut, en tant que fil à ligature, est en réalité justifié par sa qualité d'être résorbé dans un espace de temps déterminé et sur lequel le chirurgien se base dans sa technique opératoire.

La faveur dont jouit en ce moment l'iode en solution alcoolique, acétonique ou chloroformique pour la désinfection de la peau a appelé de nouveau l'attention des chirurgiens sur l'emploi du catgut iodé. De fait l'iode, en raison de son pouvoir antiseptique puissant, de sa facile pénétration lorsqu'il est dissous dans l'alcool, la benzine, le chloroforme, etc., fournit pour la stérilisation du catgut des résultats donnant toute satisfaction au chirurgien.

Cette stérilisation à froid du catgut par l'iode peut se faire de différentes façons :

1° **Par la teinture d'iode.** — Procédé K. Crosland. Le catgut est employé brut tel qu'il vient de chez le fabricant ; on le met dans un tube de verre bouché et on le recouvre de teinture d'iode. Après un séjour de huit jours, le fil est prêt pour l'usage. Au moment de l'opération, on le retire avec des pinces flambées et on le met sur un linge sec stérile, ou bien on l'immerge dans de l'alcool pour dissoudre l'iode en excès.

2° **Par le chloroforme iodé.** — Procédé de Burmeister. On prépare la solution suivante :

Chloroforme	15 cent. cubes
Iode........................	1 gr.

Le catgut est enroulé sur une bobine angulaire par spires juxtaposées, mais en une seule épaisseur. La bobine est immergée dans la solution chloroformique d'iode pendant une semaine. Au moment de son emploi, le fil est placé sur une serviette stérilisée.

D'après l'auteur, ce catgut est parfaitement élastique, souple et résistant ; il se gonfle moins dans l'eau et au contact des tissus vivants que le catgut préparé à l'alcool et il n'est pas irritant pour ces derniers.

3° **Par la benzine iodée.** — Procédé Kozlowski. Les fils de catgut brut sont enroulés sur un petit tube de verre et le tout est enveloppé de papier à filtrer que l'on fixe au moyen d'un fil. Plusieurs de ces tubes ainsi préparés sont immergés dans une solution au centième d'iode dans la benzine. Cette solution est renouvelée au bout de deux jours. Après un séjour de 48 à 72 heures dans ce second bain, le catgut est prêt à être employé. En le sortant du liquide, on le laisse dans le papier à filtrer, la benzine s'évapore et le papier restant imbibé d'iode maintient le catgut sec et aseptique. Ce catgut présente les mêmes avantages que le catgut préparé au chloroforme iodé.

4° **Par l'éther iodoformé.** — Procédé de C. Mann. M. C. Mann emploie une solution éthérée d'iode à 10 0/0, dans laquelle le catgut est immergé pendant sept jours. Le fil est ensuite retiré, rincé à l'éther pur; on le conserve soit à sec dans un flacon stérilisé, soit dans de l'alcool absolu.

M. Elsberg a eu l'idée d'avoir recours à une solution aqueuse de sulfate d'ammoniaque pour stériliser le catgut, en raison de ce fait que ce sel insolubilise les matières albuminoïdes.

La solution employée est une solution saturée à froid de sulfate d'ammoniaque. On fait bouillir le catgut dégraissé dans la solution pendant dix à vingt minutes. Le catgut est ensuite retiré, puis plongé dans de l'eau stérilisée froide où il séjourne pendant une minute. On le conserve dans l'alcool.

D'après M. Elsberg, ce catgut est complètement stérile et conserve toutes ses propriétés physiques.

M. D. Kousnetsky obtient un catgut stérile, solide, gardant bien les nœuds et se résorbant lentement, par le procédé de stérilisation suivant :

Le catgut, de différents numéros, est coupé en segments dont chacun servira pour une ligature, puis il est plongé pendant huit jours dans la première solution :

Iode	10 gr.
Iodure de potassium	10 —
Eau bouillie	1000 —

Puis, il est légèrement essuyé dans une compresse stérile et mis pendant 3 heures dans la seconde solution :

Iodoforme......................	10 gr.
Éther..........................	200 —
Glycérine neutre..............	50 —
Alcool.........................	1000 —

Le catgut est ensuite mis à sécher dans des flacons stériles recouverts d'une couche de gaze. Au bout de quelques heures, le catgut est sec et il est prêt à être employé. Les flacons sont bouchés hermétiquement et ne sont ouverts qu'au moment de l'opération. Le catgut des flacons déjà ouverts une fois ne doit servir pour une autre opération qu'après avoir séjourné de nouveau dans la seconde solution.

Le collargol a été aussi préconisé par M. Crédé pour rendre aseptique le catgut. M. Blacke a constaté que le catgut est rendu stérile après une immersion de deux ou trois jours dans une solution de collargol ; il n'est même pas nécessaire de dégraisser le fil à l'éther avant de le soumettre à l'imprégnation argentique.

On emploie une solution de collargol à 2 0/0 dans laquelle on immerge le catgut, préalablement enroulé sur des bobines, pendant une semaine environ. On a soin d'agiter de temps à autre le vase de verre contenant le mélange. Le fil est ensuite retiré avec des pinces flambées, il est lavé à l'eau

stérilisée pour enlever l'excès de collargol. On le laisse sécher et on le conserve dans l'alcool à 95°.

La solution de collargol, qui a servi une fois pour la stérilisation du catgut, ne peut être de nouveau employée, car l'imprégnation du fil s'effectue par précipitation de l'argent colloïdal.

Ce catgut argentique est très souple ; sa résistance est peut être plus faible que ceux du catgut chromique, mais, dans tous les cas, supérieure au catgut stérilisé par les méthodes ordinaires.

c) STÉRILISATION PAR L'EMPLOI SIMULTANÉ DE LA CHALEUR ET DES ANTISEPTIQUES

Au commencement de notre étude sur le catgut, nous avons insisté sur les recherches de M. Debuchy qui avait calculé la diminution de résistance que subissait un catgut déshydraté lentement et soumis ensuite aux vapeurs d'alcool à 120°.

Cette diminution, qui est environ de 28 0/0 de la résistance initiale, a conduit M. Debuchy à adopter un procédé d'aseptisation du catgut en utilisant à la fois les moyens physiques combinés à l'action microbicide des antiseptiques.

Procédé Debuchy. — M. Debuchy prépare le catgut stérilisé par un procédé que nous appellerons mixte, en raison de l'emploi simultané de la chaleur et des antiseptiques.

Les cordes à violon sont dégraissées par le sul-

fure de carbone, et on les plonge ensuite dans une solution d'azotate d'argent à 2 0/0, où on les laisse séjourner pendant quinze jours; les cordes deviennent d'une couleur brun foncé. Le catgut est ensuite retiré de la liqueur argentique et on le lave avec une solution stérilisée de chlorure de sodium jusqu'à disparition de toutes traces d'argent, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on n'obtienne plus de précipitation en présence de la solution chlorurée.

Ceci fait, on soumet le fil à la tyndallisation, c'est-à-dire qu'on le porte à l'autoclave à 80° au plus, pendant une heure chaque jour, durant une semaine.

On peut aussi remplacer cette tyndallisation par un séjour de deux jours dans une solution alcoolique d'essence de cannelle à 25 0/0, suivi de lavages à l'alcool à plusieurs reprises. Enfin le fil est conservé dans l'huile phéniquée et stérilisée, dans l'alcool absolu, ou encore dans l'alcool naphtolé.

M. Vanverts préconise comme liquide conservateur une solution alcoolique de β-naphtol à 1 0/0.

M. Debuchy a eu recours à l'action de l'azotate d'argent non seulement comme substance stérilisante, mais aussi parce qu'il a constaté que, sous l'influence du composé argentique, il y avait une augmentation d'élasticité et un accroissement de résistance qu'il évalue au moins à 25 0/0 de la résistance initiale.

Cet auteur a vérifié expérimentalement que son procédé donnait une stérilisation absolue.

Il faut reconnaître que les catguts iodés préparés par les méthodes que nous avons indiquées précédemment ont des avantages incontestables et qu'ils sont préférables au catgut stérilisé par la solution *aqueuse* iodo-iodurée de Claudius. Ils sont plus résistants et se résorbent moins rapidement tout en étant aussi souples et aussi élastiques. La plupart des auteurs estiment que ces catguts sont rigoureusement stériles ; quelques-uns ont objecté que le fil, lorsqu'il est débarrassé de l'iode dont il est imprégné par les liquides qui le baignent, peut être l'origine d'une infection, les spores bactériennes recouvrant alors toute leur vitalité.

Pour obvier à cet inconvénient qui, théoriquement parlant, peut être possible, notre collègue, M. Astruc, stérilise le catgut en combinant une méthode physique avec un procédé chimique : le catgut, convenablement dégraissé, est séché et stérilisé par la chaleur dans l'alcool absolu, à la température de 130° pendant 45 minutes. Ce fil est ensuite transporté, au moyen d'une pince flambée, dans un flacon déjà autoclavé renfermant une solution benzénique iodée. On bouche aussitôt.

Cette deuxième manœuvre doit être faite le plus vite possible.

Pour rendre au catgut toute sa souplesse, il suffit, au moment de son emploi, de l'immerger pendant quelques secondes dans de l'eau stérile.

II. — SOIES

Le fil de soie employé comme fil à ligatures est le fil à coudre en soie qu'il ne faut pas confondre avec le fil de soie obtenu par la simple réunion d'un certain nombre de fils de cocon, portant le nom de *fils grèges*.

La soie à coudre est formée par un nombre déterminé de fils simples tordus ; c'est ce que l'on appelle le fil *retors*.

Quelquefois on assemble entre eux plusieurs fils retors qui sont à leur tour tordus les uns avec les autres ; on obtient alors les fils *câblés*. Toutes ces soies sont rondes.

Il existe, en outre, une soie plate, tressée : c'est la *soie de Czerny*.

On emploie, en chirurgie, la soie ronde, ou encore plate ou tressée, de trois dimensions : petite, moyenne ou grosse.

La soie tressée plate, dite *soie de Czerny*, semble avoir la préférence de beaucoup de chirurgiens, qui trouvent qu'elle permet de faire plus facilement un nœud ne se défaisant pas.

La soie de Czerny commerciale se présente sous six grosseurs différentes correspondant aux numéros de 0 à 6. Pour l'emploi chirurgical, on se sert surtout des trois grosseurs 1, 3, 6 correspondant justement aux dénominations plus vagues indiquées plus haut : petite, moyenne ou grosse.

M. A. Astruc a déterminé, pour les soies de différentes grosseurs, le coefficient d'élasticité directe et le coefficient d'élasticité sur nœuds (voir le tableau de la page 169).

Les fils de soie industriels sont généralement recouverts d'un apprêt qu'il faut faire disparaître avant de procéder à la stérilisation. Nous verrons quel est le traitement qu'on leur fait subir au moment où nous décrirons les différentes méthodes d'aseptisation employées. Ces méthodes de stérilisation sont variables avec les auteurs qui les ont préconisées; nous relatons seulement celles qui nous paraissent les plus pratiques et qui présentent, au point de vue de l'asepticité, toutes les garanties désirables.

Procédé Debuchy. — La soie est traitée par une solution alcaline de soude à 3 0/0 pour la dégraisser, puis on la lave à l'eau bouillante jusqu'à disparition de toutes traces d'alcali. On l'enroule sur des bobines de verre et on stérilise à l'autoclave à la vapeur d'eau sous pression à 120°.

La soie est conservée dans les tubes où a eu lieu la stérilisation, ou dans une solution phéniquée à 25 0/00, qui a été stérilisée au préalable à 120°, ou encore dans une solution, toujours stérilisée, formée de :

Alcool....................	900 parties
Glycérine..................	100 —
Sublimé....................	1 —

Pour que l'action de la chaleur s'exerce sur toutes les parties du fil, nous conseillons d'enrouler la soie en spires inclinées d'abord de gauche à droite, par exemple, sur toute la longueur de la bobine, et de mettre une seconde épaisseur du fil en enroulant, toujours en spires inclinées, mais cette fois de droite à gauche. La pénétration de la vapeur humide et surchauffée s'effectue ainsi plus facilement entre les épaisseurs de soie, et on obtient une stérilisation absolue.

Procédé F. Terrier. — M. F. Terrier enroule les fils de soie, privés de leur apprêt, sur des cadres de nickel pur (*fig.* 52), de 10 centimètres de long sur 1 centimètre de large; et suivant la grosseur du fil de soie, on peut en enrouler de 1 à 3 mètres.

Le tout est glissé dans un tube à essai en verre un peu grand, le tube est obturé par un petit tampon d'ouate et placé dans le panier métallique de l'autoclave et maintenu pendant une demi-heure à la température de 120°.

Après refroidissement, les tubes sont relevés et on recouvre leur tampon d'ouate d'un capuchon de caoutchouc (*fig.* 53).

Pour les préparations qui devront être gardées un temps indéterminé, on utilisera des tubes en verre un peu plus longs, qui, après stérilisation dans l'autoclave, seront étirés et fermés à la lampe d'émailleur (*fig.* 54). Bien entendu, pendant cette manipulation, les tubes devront rester fermés par leur tampon d'ouate. Un trait de lime fait sur

l'extrémité du tube permet de l'ouvrir facilement, en y appuyant un corps quelconque chauffé au rouge. De cette façon les fils restent indéfiniment stériles.

Procédé L. Barthe. — M. Barthe stérilise ses soies de la même façon que son catgut (voir p. 178),



Fig. 52. — Tube contenant le cadre avec le fil de soie (F. Terrier).

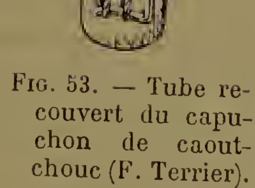


Fig. 53. — Tube recouvert du capuchon de caoutchouc (F. Terrier).



Fig. 54. — Tube scellé (F. Terrier).

c'est-à-dire que le fil est enroulé, par coupures de 2m,50 à 3 mètres, sur les tubes de verre bordés que l'on introduit dans des tubes cylindriques en verre de 10 centimètres de haut sur 25 millimètres de diamètre et bouchés d'un tampon d'ouate.

On stérilise dans la vapeur d'alcool anhydre

à 120° pendant une heure. L'auteur mentionne que l'on peut plus simplement aseptiser dans la vapeur d'eau à 120°.

Les soies sont enfin conservées à sec dans les tubes où a lieu la stérilisation en ayant soin de recouvrir le tampon de coton d'un capuchon de caoutchouc. On colle ensuite une bande de sûreté passant par-dessus le capuchon.

En règle générale, les soies, débarrassées de leur apprêt et des matières grasses, peuvent être stérilisées à l'autoclave, même à des températures élevées qui ne les détériorent pas. Cette stérilisation pourra se faire soit en tube scellé, soit en flacon hermétiquement clos au sein de l'eau distillée, ou même à sec, et on les conserve soit dans une solution alcoolique de sublimé à 1 0/0, ou dans une solution aqueuse de phénol à 25 0/0 préalablement stérilisée.

On peut même, comme le font MM. A. Bardy et Martin, stériliser la soie (mise sur bobines) dans la vapeur d'alcool anhydre à 120°, en suivant la technique employée pour l'aseptisation du catgut.

Les différentes méthodes que nous venons d'indiquer, appliquées à la stérilisation des fils de soie, donnent toutes les garanties d'asepsie absolue. Une fois cette stérilisation faite, on devra soigneusement étiqueter chaque tube ou flacon, étiquette portant l'indication de la nature du fil, son numéro, la température à laquelle il a été stérilisé et le milieu dans lequel il est conservé.

Il existe d'autres procédés surtout utilisés à l'étranger et dont on a pris pour prétexte, afin de justifier leur emploi, de dire que les soies autoclavées n'étaient pas résistantes. Ceci est vrai quand on prend des fils de qualité inférieure fabriqués avec de la bourre de soie, mais les fils tressés ou câblés, de marques connues, subissent sans altération l'action de la vapeur sous pression.

En Allemagne, la méthode générale d'aseptisation mise en pratique pour les soies est la suivante :

La soie est soumise à l'ébullition, puis immergée pendant quelques heures dans une solution de sublimé à 5 0/0 et renfermant 20 0/0 de glycérine ; elle est ensuite desséchée, puis conservée dans une enveloppe imperméable. Peu de temps avant de l'utiliser, on la passe dans une solution phéniquée à 3 0/0, ou dans une solution de sublimé à 1 0/00.

III. — CRINS DE FLORENCE

Le crin de Florence, que l'on considère à tort comme l'intestin du ver à soie, est encore appelé *mord-à-pêche* ou *fil de Florence;* il provient des glandes séricigères des vers à soie.

Lorsque certains de ces vers, au lieu de filer régulièrement leur cocon, se raccourcissent et ne donnent pas aux deux fils sortant des deux glandes une torsion suffisante, on les destine à la fabrication du crin de Florence.

Ces vers sont alors plongés, dans le but de durcir les glandes, dans du vinaigre où on les laisse séjourner pendant deux ou trois jours, puis ces dernières sont extraites et on étire le fil visqueux qui s'en échappe. En présence de l'air, ce fil se concrète, se dessèche, et on obtient les fils de Florence employés par les pêcheurs à la ligne pour attacher leurs hameçons. Ces fils se trouvent alors dans le commerce par paquets de 10 ou de 100, groupés suivant leur grosseur.

Le crin de Florence est utilisé en chirurgie comme agent de suture non résorbable; il est généralement destiné aux sutures superficielles. Certains chirurgiens étrangers, néanmoins, emploient systématiquement le crin de Florence, à l'exclusion de toute autre espèce de fil, pour toutes les sutures ou ligatures perdues.

Le diamètre de ce fil varie de 10 centièmes de millimètre à un demi-millimètre; leur surface est ordinairement très lisse et égale.

Le crin de Florence est un fil peu souple, aussi ne faut-il pas l'enrouler sur des bobines, ni même le disposer sur des cadres de verre.

M. Astruc a examiné pour les différents numéros de crins de Florence le coefficient d'élasticité directe et le coefficient d'élasticité sur nœuds (voir le tableau de la page 169).

Avant de procéder à sa stérilisation, on le met séjourner pendant quelque temps dans l'éther pour le dégraisser. Puis on rassemble 10 à 20 fils, et on

les dispose suivant leur longueur, qui est de 25 à 30 centimètres, dans de longs flacons étroits bouchés à l'émeri, avec une solution phéniquée à 25 0/00 légèrement glycérinée. Pour que ces flacons n'aient pas une dimension trop grande, on peut, au besoin replier une fois les fils par leur milieu. On porte ensuite à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure, après avoir bien assujetti le bouchon à émeri au moyen d'un capuchon de parchemin.

On peut remplacer les flacons par un tube de verre que l'on scelle à la lampe.

M. Leune a construit, pour la stérilisation des crins de Florence, des tubes à fond rond en verre vert mince spécial (*fig.* 55), munis d'une fermeture automatique formée d'un bouchon de porcelaine garni d'une rondelle de caoutchouc s'appuyant exactement sur le goulot du flacon au moyen d'un levier métallique constitué par un fil de cuivre nickelé.



Fig. 55. — Tube de M. Leune pour stérilisation des crins de Florence.

Les crins de Florence sont placés dans le tube en ayant soin de rabattre seulement le bouchon sur l'ouverture sans aucune pression, et l'anneau du levier engagé sur le bec du bouchon en porcelaine. On porte à l'autoclave.

La stérilisation terminée, l'autoclave est ouvert et on ferme immédiatement le tube en appuyant de haut en bas sur le levier de la garniture.

En raison de leur aspect diaphane et pour faciliter au chirurgien la recherche des sutures faites sur la peau, on a l'habitude de colorer les crins de Florence par une macération préalable d'une heure ou deux dans des solutions colorées, suivie d'un lavage à l'eau courante.

En chirurgie, on emploie généralement trois grosseurs de crins : les gros, les moyens et les fins, et on adapte, pour chacune de ces grosseurs, une teinte déterminée. Ainsi on colore, par exemple, les gros fils en violet par une solution de violet de méthyle, les moyens en oranger par une solution d'aurantia ou de gold-orange, les fins en rouge par de la fuchsine.

Depuis longtemps déjà, M. Barthe prépare, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, des crins de Florence qui sont colorés avant leur stérilisation. Les fils les plus gros sont colorés en vert au moyen du vert d'aniline ; les moyens, employés couramment, en rouge par le rouge d'aniline, et les fins en bleu obtenu avec le bleu de méthylène. Ces fils sont immergés dans de longs tubes renfermant une solution d'eau phéniquée à 5 0/0, et sont portés à l'autoclave à 120° pendant une heure. Un bouchon de liège ou de caoutchouc, préalablement stérilisé, ferme chaque tube, qui est recouvert de baudruche.

M. A. Astruc a décrit une présentation nouvelle des crins de Florence aseptiques, qui diffère totalement de ce qui a été signalé jusqu'ici. Il a été amené à l'adopter à la suite de l'observation que voici :

Le chirurgien emploie généralement, pour une suture superficielle, un nombre de crins aseptiques très limité : trois ou quatre lui suffisent parfois ; en tout cas, il est fort rare qu'il en utilise une grande quantité. Or, si on délivre un nombre trop considérable de crins de Florence réunis dans un même tube, deux conséquences en résultent : en premier lieu, il est difficile de retirer un à un les crins assemblés en grand nombre dans le même flacon et le plus souvent repliés par leur milieu ; en second lieu, il n'est pas prudent de compter sur l'asepsie absolue de ceux non utilisés, puisqu'ils ont été exposés à l'air pendant un temps plus ou moins long et on est obligé de les rejeter ou de les aseptiser à nouveau.

C'est pourquoi M. Astruc a songé à séparer nettement les crins de Florence aseptiques, afin que le chirurgien puisse les retirer commodément en aussi petit nombre qu'il le désire, sans crainte d'infecter ceux qui ne sont pas employés et qui peuvent servir ultérieurement.

Dans ce but, l'auteur place dans des tubes de verre de faible diamètre scellés aux deux extrémités, soit un, soit trois, soit cinq crins de Florence aseptiques, suivant les désirs des praticiens. Ces

tubes, après avoir reçu un léger trait de lime vers la partie supérieure, sont réunis par groupe de 10 dans un tube unique et le tout est enfermé dans un bloc protecteur de bois.

M. Astruc désigne cette préparation ainsi conditionnée sous le nom de *Crins de Florence aseptiques en tubes filiformes.*

M. le Dr J.-M. Imbert vient d'appeler l'attention des chirurgiens sur un nouveau crin de Florence obtenu avec les glandes séricifères d'une chenille du Tonkin, le Cou Cu'oc, variété voisine du petit paon de nuit (*Attacus pavonia minor*). Cette chenille se trouve surtout dans le Yen-Thé et vit sur le noyer, le camphrier et le chêne à feuilles de châtaignier.

Les indigènes étirent eux-mêmes les glandes de ces chenilles et en moyenne une glande fournit un fil de 2^m,50 de longueur ; lorsqu'il est séché, il est blanc ou légèrement jaunâtre, et au bout de trois jours, il a acquis une résistance suffisante pour qu'un segment de fil d'un mètre soulève un poids de 1.500 grammes. Il présente cette particularité c'est que, conservé dans l'eau, il devient encore plus résistant. Ce fil sert dans le pays de fil pour la pêche, de cordes pour les instruments de musique ; son prix est toujours très minime.

M. le Dr J.-M. Imbert se sert de ce fil nouveau, à la place du vrai crin de Florence ; il le stérilise par une ébulition de 20 minutes dans une solution

aqueuse de phénol à 50 0/0 et le conserve dans une solution à 25 0/00.

Ce fil de Cou Cu'oc mérite d'être expérimenté en Europe, en raison de l'avantage qu'il présente d'être long, souple, résistant et, en plus, d'un prix peu élevé.

IV. — FIL DE LIN

Certains chirurgiens emploient, comme fil à ligature et à suture, le fil de lin, appelé aussi fil d'Alsace, dont on se sert pour les machines à coudre. Ce fil, qu'il est facile de se procurer, a l'avantage d'être très solide et de se stériliser facilement; il est, en outre, bon marché.

Le fil de lin, contrairement au fil de coton, supporte très bien l'ébullition.

En pharmacie, on peut présenter les fils de lin, comme les fils de soie, dans des tubes scellés ou dans des tubes fermés par un bouchon de caoutchouc recouvert de baudruche ou de parchemin.

Avant d'opérer la stérilisation, le fil est lavé à l'éther, puis il est enroulé sur des bobines en verre que l'on enferme dans des tubes soit à sec, soit avec de l'eau stérilisée, ou une solution phéniquée à 25 0/00, et on stérilise dans l'autoclave à la température de 120°, que l'on maintient pendant une demi-heure.

La chirurgie emploie généralement les grosseurs qui correspondent aux numéros 40, 60 et 90 de l'industrie linière.

CHAPITRE XII

STÉRILISATION DES DRAINS

Les drains sont des tubes en caoutchouc rouge, très élastiques, souples, employés pour le drainage des plaies.

Leur stérilisation s'effectue facilement par un séjour d'une heure à l'autoclave à 120°.

M. Barthe opère cette aseptisation en plaçant les drains dans de longs tubes en verre, contenant une solution d'eau phéniquée à 5 0/0, que l'on obture avec un tampon de coton et autoclavant comme nous venons de le dire. Ces tubes sont ensuite fermés par un bouchon de liège ou de caoutchouc préalablement stérilisé, que l'on recouvre de baudruche. Il est préférable de mettre seulement un drain dans chaque tube.

Lorsqu'on veut conserver les drains dans une solution de sublimé, il est de toute nécessité de leur enlever l'excès de soufre provenant de la vulcanisation du caoutchouc. Pour cela, on plonge les drains dans une solution chaude de permanganate de potasse à 5 grammes pour 1.000, qui oxyde le soufre en excès. On les décolore ensuite par une

solution étendue de bisulfite de soude, on les lave à l'eau, on les brosse et finalement on les autoclave.

L'action du permanganate de potasse est un peu trop énergique et tend à faire fendiller le caoutchouc; aussi certains auteurs préfèrent-ils mettre les drains, pendant 2 heures, dans une solution diluée de soude à 1 0/0 et portée à la température de 80°. On lave à l'eau courante et on procède, après ce traitement, à leur aseptisation.

En chirurgie, on emploie quelquefois aussi des drains rigides en caoutchouc durci qui ne peuvent guère être aseptisés par la chaleur. On a alors recours, pour ces instruments, aux procédés de stérilisation que nous décrirons à propos des sondes et des bougies.

CHAPITRE XIII

STÉRILISATION DES LAMINAIRES

La laminaire, employée en chirurgie, est le pseudo-pétiole de la laminaire digitée (*Laminaria digitata*).

Pour les préparer, on enlève tout d'abord l'enveloppe externe de ces pétioles, on les fait sécher lentement, ensuite on les racle (M. Debuchy).

Cette tige sextuple de volume lorsque, après avoir été desséchée, elle est mise au contact des liquides aqueux.

Pour l'usage chirurgical, les laminaires sont tournées ; leur diamètre varie depuis 2 à 3 millimètres à 1 centimètre de diamètre et leur longueur moyenne est d'environ 65 millimètres. On a soin d'arrondir leurs deux extrémités, dont l'une porte un fil de soie, pour pouvoir les retirer plus facilement; elles sont surtout utilisées pour la dilatation des trajets fistuleux ou du col utérin ; elles doivent alors être complètement aseptiques.

Cette stérilisation s'effectue surtout par le chauffage en présence des vapeurs d'alcool absolu à 120°,

c'est-à-dire qu'on leur applique le procédé de Répin pour le catgut. A cet effet, les laminaires lentement desséchées sont introduites, avec de l'alcool absolu, dans des tubes à essai résistants, on scelle à la lampe et on chauffe à l'autoclave à 120° pendant 20 minutes.

On obtient des laminaires plus souples en les stérilisant dans des tubes à fermeture-canette contenant de la glycérine (M. E. Baudoin).

Certains auteurs stérilisent seulement la laminaire desséchée en la laissant séjourner dans des flacons en verre jaune, remplis d'une solution éthérée d'iodoforme faite à saturation et additionnée d'un dixième d'alcool.

On la conserve dans le flacon même au sein de cette solution.

Ce procédé présente un inconvénient, c'est qu'il est difficile au chirurgien, en raison de la coloration du liquide, de distinguer le calibre de la laminaire qu'il désire.

M. Furth, de Dervent, recommande le procédé suivant pour la stérilisation des laminaires :

On fait bouillir les tiges dans de l'eau privée de sels calcaires, pendant au moins une bonne heure ; leur diamètre se trouve alors décuplé. Si on les déshydrate en les plongeant dans de l'alcool absolu pendant une demi-heure, leur volume se réduit considérablement. On change le bain d'alcool et, au bout de 10 à 15 minutes, elles sont revenues à un diamètre à peine double de ce qu'elles étaient

au début. On les exprime alors sur toute leur longueur entre les mors d'une pince stérilisée, et on n'a plus qu'à les mettre, pendant 10 minutes, dans une étuve chauffée à 70°.

Ainsi traitées, les tiges de laminaires sont parfaitement stérilisées ; elles n'ont rien perdu de leurs qualités particulières : les tiges de 2 à 3 millimètres de diamètre, laissées dans la cavité utérine pendant 24 heures, se gonflent au point de présenter une épaisseur de 16 à 17 millimètres.

CHAPITRE XIV

STÉRILISATION DES SONDES ET DES BOUGIES

M. le professeur Guyon et ses élèves ont surabondamment démontré la nécessité de pratiquer le cathétérisme des voies urinaires avec des instruments aseptiques. Aussi doit-on chercher à obtenir, pour les sondes et les bougies, une stérilisation aussi parfaite que possible.

Les sondes métalliques peuvent facilement être stérilisées soit par la chaleur sèche, soit par la chaleur humide.

Il n'en est plus de même des sondes en gomme polie, ou en caoutchouc rouge, que la chaleur détériore facilement.

Les sondes en caoutchouc rouge, dites sondes de Nélaton, peuvent subir une ébullition suffisamment prolongée pour qu'on puisse réaliser non pas une asepsie absolue, mais une stérilisation généralement suffisante dans la pratique ; elles peuvent, en outre, être plongées dans des solutions antiseptiques, le sublimé au millième par exemple, sans se détériorer.

La stérilisation des sondes en gomme polie est plus difficile ; elles sont ordinairement recouvertes

d'un vernis qui se fendille sous l'action de la chaleur. Plongée dans une solution aqueuse antiseptique (sublimé, biiodure de mercure, acide phénique, etc.), la surface de la sonde devient rugueuse; elle se ternit et perd de sa rigidité.

M. Poncet, de Lyon, aseptise les sondes à l'étuve chauffée à 120°, où il prétend qu'elles peuvent séjourner même pendant plusieurs heures, et il les conserve dans du talc et de l'acide borique pulvérisé préalablement portés à une température élevée, de manière à détruire tous les germes. Les sondes, suivant cet auteur, se conserveraient très bien sans qu'elles deviennent rugueuses, comme lorsqu'on les immerge dans une solution antiseptique.

Dans ces dernières années, les fabricants se sont efforcés de perfectionner la composition de ces instruments, qui sont souvent maintenant enduits d'un vernis à la gutta-percha ou au caoutchouc, permettant à ces sondes de supporter plusieurs fois l'action de l'eau bouillante.

Néanmoins l'action de la chaleur, plusieurs fois renouvelée, met bientôt la plupart des sondes hors de service. Aussi a-t-on cherché à les rendre stériles par d'autres procédés.

A l'hôpital Necker, M. Guyon a fait construire un appareil pour désinfecter les sondes en gomme et en caoutchouc par l'acide sulfureux.

Cet appareil se compose d'un flacon producteur d'anhydride sulfureux résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur du bisulfite de soude.

Les sondes, préalablement lavées à l'intérieur et à l'extérieur par une solution de biiodure de mercure à 1/5000 et bien séchées, sont placées dans de longs tubes ouverts à une extrémité. Ces derniers sont introduits dans un grand flacon à large ouverture bouché à l'émeri et portant une tubulure latérale par où pénètrent les vapeurs d'anhydride sulfureux; une autre tubulure latérale sert au départ de l'air chassé. Les sondes restent en contact des vapeurs d'acide sulfureux pendant trois heures.

M. Janet se sert d'un petit appareil formé d'une grande éprouvette de verre d'une contenance de 2^{l},250, hermétiquement fermée par un couvercle métallique garni de deux tubulures : l'une pour l'arrivée du gaz, l'autre pour son dégagement à l'extérieur. Au moyen d'un siphon à anhydride sulfureux liquide, on remplit l'éprouvette de gaz presque pur, on laisse séjourner les sondes dans cet atmosphère pendant vingt-quatre heures.

Cette désinfection à l'anhydride sulfureux a été employée dans les services d'hôpitaux, pendant quelques années, jusqu'au jour où l'on découvrit les propriétés antiseptiques de l'aldéhyde formique.

A la suite d'expériences entreprises dans le service de M. Guyon, M. Janet a proposé de stériliser les sondes de Nélaton, les sondes à béquilles, les sondes coniques olivaires par le formol, en employant soit la solution commerciale de formol, soit son polymère, le trioxyméthylène.

Le formol est supérieur à l'acide sulfureux pour la stérilisation des sondes; il est plus efficace, plus rapide, plus maniable, et surtout il altère beaucoup moins les sondes.

Le trioxyméthylène est supérieur au formol parce qu'il agit à sec, ce qui évite le ramollissement des sondes, et parce qu'il n'a pas besoin d'être renouvelé; mais son action est moins rapide.

L'appareil que recommande M. Janet se compose d'une boîte rectangulaire métallique allongée, de 42 centimètres de long sur 7 centimètres de haut et de large, montée sur quatre pieds; elle est fermée au niveau d'un de ses petits côtés par une simple petite capote de caoutchouc. A son intérieur, cette boîte porte deux plaques métalliques perforées : la supérieure est mobile, l'inférieure est fixe, toutes deux sont destinées à recevoir les sondes. Au-dessous se trouve un bac métallique plat mobile, dans lequel on étend une lame de coton hydrophile que l'on recouvre d'une mince couche de trioxyméthylène.

Avant de placer les sondes dans cet appareil, il faut les laver soigneusement *intus* et *extra*, puis les laisser égoutter et les sécher aussi complètement que possible. Ensuite on les laisse séjourner pendant vingt-quatre heures dans la boîte fermée. Les sondes les plus fines doivent y rester au moins quarante-huit heures.

Autant que possible l'appareil doit être conservé dans une chambre chauffée au moins à 15°, pour

favoriser la dissociation du trioxyméthylène et le dégagement de l'aldéhyde formique.

Les sondes, au sortir du stérilisateur, doivent, avant leur usage, être frottées extérieurement avec du coton aseptique imbibé d'eau stérilisée ou d'eau boriquée stérile pour enlever l'excès de formol qui serait irritant pour les muqueuses.

MM. Bazy et Claisse ont également recours au formol pour aseptiser leurs sondes qu'ils placent dans des éprouvettes en verre. Le fond de ce vase est garni d'un gros tampon d'ouate hydrophile fortement imbibé de la solution de formol à 40 0/0, on met les sondes et, au-dessus, un double de gaze sèche et on ferme l'éprouvette.

Le pharmacien pourra toujours avoir, dans son officine, des sondes aseptiques en faisant tout simplement construire par un ferblantier une caisse rectangulaire à double fond grillagé, et divisée longitudinalement par plusieurs compartiments destinés à recevoir les différents calibres de sondes. Sur le fond même de la caisse, ou dans de petites capsules reposant sur ce fond, on met environ 1 à 2 grammes de trioxyméthylène par vingt sondes, et on ferme la caisse. Les sondes se conservent ainsi facilement stérilisées.

Il existe aussi dans le commerce des tubes en verre de 40 à 45 centimètres de longueur pouvant contenir une, deux, trois sondes et plus.

Ces tubes sont fermés par un bouchon de caoutchouc et on dispose au fond de ces tubes du trioxy-

méthylène. Au bout de vingt-quatre heures pour les sondes ordinaires, et de quarante-huit heures pour les sondes fines, on obtient une stérilisation complète.

M. Georges Luys a fait fabriquer par M. Collin un appareil très simple pour la stérilisation des instruments en chirurgie urinaire et en particulier des sondes.

C'est une modification du stérilisateur du Dr Suarez de Mendosa, qui a pour principe de soumettre les objets que l'on veut stériliser à l'influence d'un puissant courant d'air chargé d'aldéhyde formique pendant quinze minutes, espace de temps que des expériences de laboratoire ont démontré être plus que suffisant.

L'appareil de M. Luys se compose d'un simple tube de verre de gros calibre, ouvert aux deux bouts et portant à chacune de ses extrémités un pas de vis métallique, sur lequel vient se visser un bouchon métallique perforé, muni d'un embout (*fig.* 56).

A une des extrémités du tube se fixe un tuyau de caoutchouc qui relie le tube de verre à un flacon rempli de formol ; à l'autre extrémité est un tube de caoutchouc directement en rapport avec une trompe à eau. Le maniement de cet appareil est d'une simplicité extrême : il suffit d'ouvrir le robinet de la trompe à eau pour faire le vide dans le tube stérilisateur.

Le vide aspire l'air à travers le flacon de formol ; celui-ci vient barboter dans le formol et se charge de vapeurs de formaldéhyde. Ces vapeurs, cons-

tamment fraîches et continuellement renouvelées, effectuent une stérilisation complète des sondes, des bougies situées dans l'intérieur du tube, après un quart d'heure d'action.

Grâce à ce stérilisateur, les sondes qui sont soumises à la désinfection sont desséchées par le courant d'air qui passe dans l'intérieur du tube, si bien qu'après leur stérilisation les sondes ne risquent pas de se détériorer, surtout si l'on a soin de remplacer, sur le tube à désinfection, les bouchons métalliques percés, soit par les bouchons métalliques pleins, soit par des bouchons contenant dans leur intérieur un peu de trioxyméthylène.

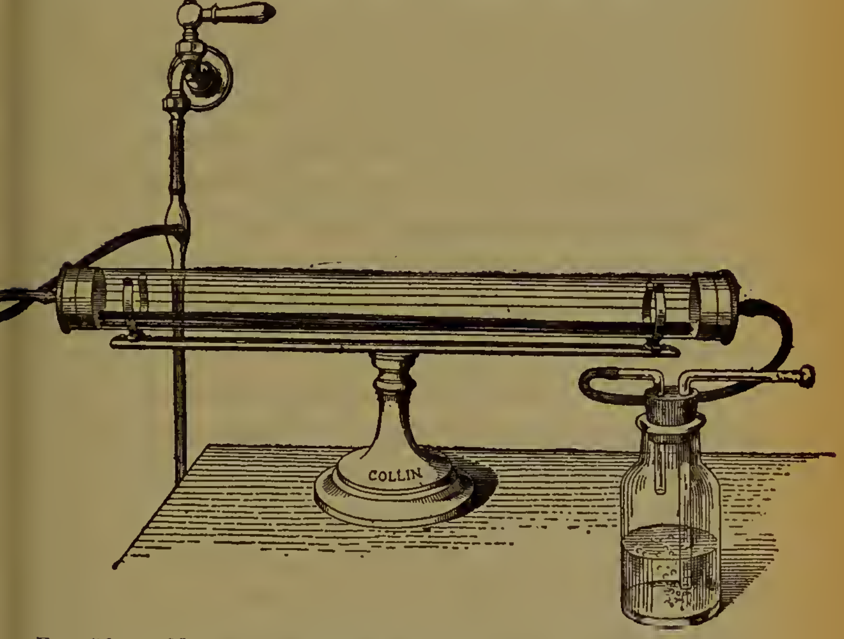


Fig. 56. — Nouveau stérilisateur de Luys à vapeur de formaldéhyde.

L'emploi du formol pour l'aseptisation des sondes est surtout mis en pratique en France. A l'étranger, ce procédé a généralement peu de partisans, et nous donnons quelques-unes des méthodes qui sont alors utilisées.

M. A. Freuduenberg prétend que toutes les sondes en gomme et en caoutchouc, soumises à un courant de vapeur d'eau à 100° pendant trois quarts d'heure, sont absolument aseptiques et que ce chauffage est toujours bien toléré pour toutes les bonnes marques, si on a la précaution d'observer premièrement que les sondes ne se touchent pas l'une l'autre, et ensuite qu'elles soient enlevées du stérilisateur immédiatement après la fin de la stérilisation.

Pour réaliser la première condition, il est bon d'envelopper les sondes isolément dans du linge, ou mieux dans du papier filtré où l'on mentionne le numéro de la sonde. Les sondes sont ensuite conservées dans des boîtes métalliques.

Pusieurs auteurs, comme MM. Hermann, Cotton, préconisent la stérilisation des sondes par immersion, pendant trois à cinq minutes, dans une solution saturée de sulfate d'ammoniaque portée à l'ébullition; ces instruments supportent sans dommages ce traitement. Nous rappelons que déjà M. Elsberg avait proposé l'emploi d'une solution de sulfate d'ammoniaque pour aseptiser le catgut, se basant sur ce fait que ce sel insolubilise les matières albuminoïdes et, par suite, annihile l'activité protoplasmique des bactéries.

Enfin M. Miskhailoff critique à la fois le procédé au formol qui ramollit la surface lisse et vernie des sondes, et celui au sulfate d'ammoniaque qui rend les cathéters rugueux, durs et fragiles. Aussi recommande-t-il, comme M. Freundenberg, l'aseptisation par un séjour de trois quarts d'heure dans un courant de vapeur d'eau à 100°.

En résumé, nous estimons que le procédé au formol d'un usage courant est celui qui devra être adopté par le pharmacien.

Si le praticien était pris au dépourvu et qu'il n'ait pas le temps suffisant, c'est-à-dire vingt-quatre ou quarante-huit heures, pour procéder à cette aseptisation, il pourra exceptionnellement stériliser les sondes, demandées d'urgence, par un courant de vapeur d'eau à 100°.

Pour cela, les sondes seront placées dans un tube ouvert à ses extrémités seulement garnies chacune par un tampon de coton hydrophile. Le tube sera mis dans l'autoclave, et on chauffera pendant une demi-heure à l'ébullition en ayant soin de laisser ouvert le robinet d'échappement de vapeur de façon à ne pas dépasser la température de 100°.

Toutes les considérations que nous venons de développer au sujet des sondes s'adressent également aux bougies en caoutchouc et en gomme, et, pour ces instruments, on peut appliquer exactement tous les procédés indiqués en faisant les mêmes observations pour les avantages et les inconvénients que chacun d'eux présente.

CHAPITRE XV

STÉRILISATION DES GANTS DE CAOUTCHOUC

En raison de l'impossibilité de réaliser l'asepsie *absolue* des mains du chirurgien, quel que soit le procédé employé parmi ceux qui sont préconisés et couramment pratiqués, l'emploi des gants de caoutchouc s'est rapidement généralisé; non seulement on peut ainsi pratiquer toutes les opérations chirurgicales sans crainte de contamination du fait des mains insuffisamment désinfectées; mais le chirurgien, grâce à l'emploi des gants, peut se préserver personnellement contre une infection et aussi dans les cas où, après une opération septique, il est obligé d'en pratiquer une autre, aseptique. L'usage des gants n'exclue pas la désinfection des mains par brossage, savonnage et immersion dans des solutions antiseptiques.

Ce qu'il importe surtout, c'est d'avoir des gants absolument privés de tout germe. Or la stérilisation des gants en caoutchouc ne peut se faire par simple ébullition dans l'eau, d'abord parce que, dans ces conditions, l'asepsie, nous le savons, n'est pas certaine et qu'ensuite le caoutchouc ne résiste

pas à des traitements successifs par l'eau bouillante : il se durcit et se déchire. Il est reconnu que si on fait agir sur les gants la vapeur même sous pression, pourvu qu'elle soit exempte de gouttelettes d'eau entraînées, ils subissent alors facilement la stérilisation sans se détériorer.

Ce désidératum est facile à obtenir dans les autoclaves que nous avons précédemment décrits, si on a lc soin de placer les gants bien étalés entre deux couches d'ouate dans dcs boîtes en fer-blanc préalablement chauffées pour cmpêcher la condensation de la vapeur d'eau. On doit sc servir des autoclaves, qui permettent d'obtenir ensuite unc dessiccation parfaite soit par détente brusque de vapeur (autoclave de Robert et Carrièrc), soit par vide produit au moyen de la trompe (autoclave de Sorel), soit par le vide résultant de la condensation de la vapeur d'eau sur une paroi froidc (appareil de Bellanger). On opère alors l'aseptisation des gants comme on le fait pour les pansements.

La température convenable pour la stérilisation des gants de caoutchouc est 125-127° au maximum et, si on ne la dépassc pas, on peut être assuré d'une ascptisation complète en 20 à 25 minutes sans risque d'altérer le caoutchouc. Les gants ainsi sccs se mettent alors facilement, surtout si on a eu soin de les talquer abondamment à l'intérieur avant de les soumcttre à l'opération de la stérilisation.

MM. Fromme et Gawronsky prétendent que les gants de caoutchouc sont rendus parfaitement aseptiques, même lorsqu'ils sont souillés de pus, de cultures microbiennes, par un lavage de quatre minutes à l'eau chaude et au savon, suivi d'un lavage, pendant deux minutes, au sublimé.

Dans sa clinique gynécologique de l'Université de Greifswald, M. Heye stérilise les gants de caoutchouc de la façon suivante :

Tout d'abord, les gants sont lavés dans une solution de lysol, puis on les tend sur des cadres spéciaux en fil de fer pour que la vapeur puisse pénétrer facilement dans l'intérieur.

On laisse les gants égoutter, on en enveloppe plusieurs paires dans un linge et on place le tout dans un autoclave et on stérilise à 104° pendant 20 à 30 minutes. Les gants sont ensuite placés dans une étuve à air sec à 120-150° pour les dessécher.

D'après M. Heye, ce mode de stérilisation présente de nombreux avantages : il assure l'aseptisation du gant, *intus* et *extra*, sans altérer l'élasticité ni la solidité du caoutchouc ; les surfaces en regard ne risquent pas de se coller et les cadres en fer sont faciles à retirer.

Nous ne doutons pas que le procédé de M. Heye ne stérilise complètement le gant, mais nous nous demandons si le caoutchouc peut supporter ainsi plusieurs traitements successifs sans se déchirer.

CHAPITRE XVI

VÉRIFICATION DE L'ÉTAT ASEPTIQUE DES FILS A LIGATURES ET DES OBJETS DE PANSEMENT

On s'assure de l'état aseptique des fils à ligatures et des objets de pansement par l'épreuve bactériologique, dont voici le principe :

On prélève, avec les précautions nécessaires pour éviter toute contamination extérieure, un échantillon du fil à ligature ou de l'objet de pansement en se servant de pinces et de ciseaux flambés. Cet échantillon prélevé est ensuite plongé dans un bouillon de culture stérile. Si, après incubation, on perçoit un trouble du bouillon, c'est que l'échantillon n'est pas aseptique.

Il faut donc, tout d'abord, préparer des tubes de bouillon de culture stériles.

A cet égard, nous engageons le pharmacien à avoir toujours, dans son officine, une certaine provision de ces tubes de bouillon non seulement pour vérifier l'état aseptique des pansements, mais aussi pour répondre aux besoins du médecin dans les cas où celui-ci voudrait examiner un liquide au point de

vue bactériologique ou, plus simplement, s'assurer si un liquide organique quelconque est stérile ou non.

Le bouillon de culture le plus fréquemment employé est le bouillon de bœuf ou de veau additionné de peptone. Pour le préparer, on prend 500 grammes de viande de bœuf ou de veau, débarrassée des os, de la graisse, des tendons, aponévroses, etc. ; on la hache très finement.

La pulpe obtenue est mise à macérer, à froid et pendant vingt-quatre heures, dans 1 litre d'eau distillée déjà stérilisée. Au bout de ce temps, on jette le tout sur un linge mouillé et on exprime. On complète le volume à 1.000 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

Dans le macéré aqueux, on ajoute 10 grammes de chlorure de sodium, 20 grammes de peptone sèche et 1 gramme de phosphate disodique ou de phosphate de potasse.

Le mélange est soumis ensuite à une ébullition d'une demi-heure; on écume, on dégraisse et on filtre sur papier Chardin préalablement humecté d'eau.

Le bouillon filtré est franchement acide : on le neutralise par addition, goutte à goutte, d'une solution de carbonate de soude; une légère alcalinité ne présente, du reste, aucun inconvénient. Si, après saturation, le liquide se trouble, on le filtre à nouveau.

Le bouillon limpide est alors versé dans un ma-

tras stérile que l'on bouche avec un tampon d'ouate et on stérilise à l'autoclave à 120° pendant vingt à trente minutes.

Pour transvaser ensuite le liquide dans les tubes à essai, passés au four à flamber, on se sert de la pipette Chamberland (*fig.* 57) stérilisée, garnie d'un tampon de coton à sa large tubulure et scellée de l'autre. On brise la pointe fermée que l'on flambe,

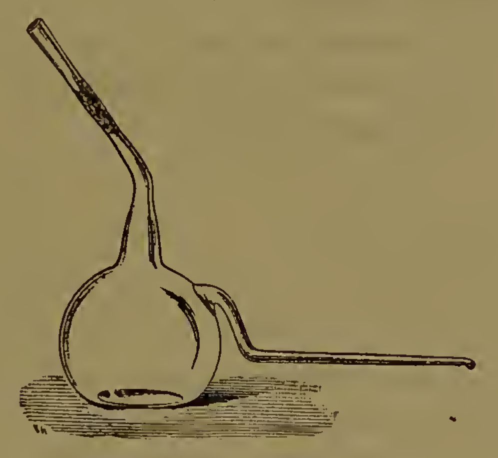


Fig. 57. — Pipette de Chamberland.

puis on plonge cette tubulure dans le bouillon et on aspire. Le liquide est ensuite réparti dans les tubes à essai, tenus aussi inclinés que possible pour éviter toute contamination par l'air pendant cette opération.

Les tubes sont obturés par un tampon d'ouate après avoir été flambés à leur extrémité supérieure. Pour être certain qu'il n'y a pas eu de contamination pendant cette répartition, on fera bien d'autoclaver

les tubes encore pendant dix minutes à 120°, après avoir protégé le bouchon d'ouate par un capuchon de papier ou de caoutchouc.

On s'assure de la stérilité des tubes de bouillon ainsi préparés en les exposant, pendant vingt-quatre ou trente-six heures, dans l'étuve à incubation portée à la température de 37 à 38°.

Les tubes restés limpides peuvent seuls être considérés comme stériles.

Au lieu du bouillon de bœuf ou de veau, on emploie souvent aussi, comme milieu de culture liquide, la solution suivante :

Gélatine blanche.................	2 gr.
Peptone sèche....................	1 —
Chlorure de sodium	0 — 50
Eau distillée	100 —

On alcalinise nettement au moyen d'une solution de carbonate de soude.

On filtre, on stérilise et on répartit ensuite le liquide, comme précédemment, dans des tubes à essai.

Les tubes à culture étant prêts, on peut alors procéder à l'épreuve bactériologique d'un fil à ligature ou d'un pansement.

On prélève, avec des pinces et des ciseaux flambés, un échantillon de l'objet à éprouver au point de vue de son asepticité. L'échantillon est tenu dans la pince au moyen de la main gauche ; d'autre part, on saisit, de la main droite, un tube à bouillon

dont on flambe la partie supérieure à la flamme d'un bec Bunsen; le tube est débouché par les doigts de la main gauche restée libre, et on introduit dans le bouillon la partie prélevée du fil ou du pansement. On remet sur le tube le tampon de coton, on flambe à nouveau la partie supérieure du tube que l'on met ensuite dans une étuve à incubation chauffée à 37°.

Si au bout de vingt-quatre ou de quarante-huit heures, le tube de bouillon ne s'est pas troublé, il y a des probabilités pour que l'échantillon prélevé soit stérile. Nous disons « des probabilités », car il peut arriver que certains fils à ligatures non aseptiques ne produisent pas de cultures dans le bouillon où ils ont été plongés.

C'est ainsi que MM. Hallion et Carrion ont remarqué que les catguts, plongés dans un premier bouillon où on les laissait séjourner, ne produisaient pas de cultures, tandis qu'ils troublaient un second bouillon où on les avait ensuite transportés. Ce résultat tenait à ce fait que les brins de catgut ensemencés étaient imprégnés d'une substance antiseptique, qui s'opposait au développement des microbes dans le premier liquide de culture, où ils avaient subi une sorte de lavage, et où ils s'étaient débarrassés du sublimé dont ils étaient imprégnés. Aussi leur transport dans un second bouillon amenait-il une culture, indice de contamination.

Nous conseillons donc, lors d'une épreuve bactériologique d'un objet de pansement et surtout

d'un fil à ligature dont on ne connaît pas la composition du liquide conservateur, de laver le prélèvement dans de l'eau stérilisée. On le laisse macérer dans cette eau stérile, pendant quelques heures, à la température de 25 à 30°, pour enlever toute substance antiseptique, et c'est ensuite qu'on procède à l'épreuve bactériologique.

Si, dans ces conditions, le bouillon reste stérile après un séjour d'environ quarante-huit heures dans une étuve chauffée à 37-38°, on est assuré de l'asepticité de l'objet éprouvé.

CHAPITRE XVII

STÉRILISATION DU LAIT

Sans insister d'une façon spéciale sur l'importance du lait de vache comme aliment considéré au point de vue général, nous devons néanmoins faire ressortir le rôle considérable que ce liquide remplit dans l'allaitement mixte ou l'allaitement artificiel des nouveau-nés.

Le lait, destiné à être introduit dans l'estomac du jeune enfant, doit non seulement être pur au point de vue chimique, mais il doit encore et surtout être privé des germes qui sont susceptibles de le souiller, des produits plus ou moins complexes résultant des diverses fermentations qui peuvent se produire dans ce liquide altéré, et qui sont le plus souvent la cause des maladies du tube digestif du nouveau-né.

Or, on ne doit pas oublier que ce liquide naturel est le véhicule de nombreux microbes et qu'il peut être l'agent de transport de certaines maladies contagieuses : il peut renfermer, en particulier, le bacille de la tuberculose, et, comme nous allons

le voir dans un instant, bien d'autres microbes pathogènes lorsqu'il provient de vaches malades.

Le lait subit, en outre, de nombreuses contaminations par suite de transvasements répétés au contact de l'air, de son séjour dans des vases malpropres, et aussi d'une traite faite souvent dans des conditions de propreté douteuse.

Les microbes que l'on trouve dans le lait vendu sur les voies publiques sont donc très nombreux et, si on considère que le lait, en raison de sa composition, est un véritable bouillon de culture, qu'il renferme des substances hydrocarbonées, azotées, minérales avec un degré d'alcalinité favorable, on ne sera pas étonné que les microorganismes y trouvent toutes les conditions nécessaires pour y pulluler.

C'est ainsi que Bitter a trouvé, dans des échantillons de lait, un nombre considérable de bactéries, jusqu'à 250.000 par millimètre cube. D'autre part, M. Miquel a montré combien le développement des microbes était rapide dans le lait abandonné à lui-même.

Ainsi, dans une expérience, un lait contenait, deux heures après la traite, 9.000 bactéries par centimètre cube; sept heures plus tard, il en renfermait 60.000 et, au bout de vingt-cinq heures, leur nombre était de 5.600.000 !!

Les ferments figurés que l'on rencontre dans le lait sont tout d'abord le *ferment lactique* de Pasteur, qui transforme une partie du sucre de lait en acide

lactique; cet acide produit détermine ensuite la coagulation du lait; le *Bacillus acidi lactici*, décrit par Hueppe, qui, morphologiquement, est différent du ferment lactique précédent, mais dont l'action biochimique est identique.

A côté de la fermentation lactique et consécutivement, il peut s'établir, dans le lait coagulé, une fermentation bütyrique sous l'influence du *Bacillus butyricus*, qui est le type d'une fermentation anaérobie.

M. Duclaux a découvert également dans le lait divers *Tyrothrix*, ferments aérobies qui peptonifient la caséine et qui donnent naissance aussi à divers produits tels que la tyrosine, la leucine, l'acide propionique, l'acide valérianique. Ce même processus biochimique prend naissance par l'action d'autres microbes découverts aussi dans le lait, comme le *Bacillus subtilitis*, le *Bacillus mesentericus vulgatus*.

Le lait renferme aussi le bacille de la diarrhée verte : le *Bacterium coli commune* qui sécrète une diastase amenant la fermentation lactique du lactose et qui détermine des diarrhées infectieuses.

On rencontre quelquefois des bactéries chromogènes qui colorent le lait en bleu, en jaune ou en rouge; des bacilles aérobies et anaérobies, sporulés ou non, qui rendent les laits filants, amers; enfin des levures du genre *Saccharomyces* ou *Penicillium*.

Tous ces microbes saprophytes proviennent de

l'air, du pis de la vache souvent souillé par la litière et les matières fécales, par les mains de la personne qui fait la traite, de l'eau qui a servi au lavage des récipients et, il faut bien le dire, de l'eau qui peut être employée pour le mouillage.

Ces germes saprophytes, s'ils ne sont pas pathogènes par eux-mêmes, ne sont néanmoins pas sans danger, et il est démontré que la présence des acides butyrique et acétique entre pour une grande part dans l'éclosion des phénomènes des gastro-entérites, de la diarrhée verte des jeunes enfants, sans compter les accidents toxiques qui peuvent résulter de l'ingestion de certaines toxines produites secondairement dans ces diverses fermentations acides.

A côté de ces saprophytes, le lait peut renfermer des microbes pathogènes, et il devient alors l'agent de transmission de certaines maladies contagieuses, au premier rang desquelles il faut citer la tuberculose.

Les expériences, entreprises dans ces dernières années, semblent bien prouver que le lait de vaches tuberculeuses est susceptible de contagionner l'homme et, en particulier, l'enfant.

Le lait provenant de vaches atteintes de la cocotte (fièvre aphteuse) est contaminé par les aphtes siégeant sur les trayons; absorbé sans avoir été stérilisé, il donne de la fièvre, de l'insomnie, des vomissements, des coliques, des rougeurs, des aphtes sur la muqueuse de la bouche et du nez (Duclaux).

On peut aussi rencontrer dans le lait les microorganismes de la suppuration, des *streptocoques* et des *staphylocoques*, surtout lorsque les vaches présentent des abcès du pis.

Enfin le lait peut être contaminé par des bacilles amenés de l'extérieur (fumier, eau, air), tels que celui de la diphtérie, de la pneumonie, de la fièvre typhoïde.

Le lait de vache atteinte de pommelière, ou tuberculose mammaire, contient des bacilles de Koch.

Il est en outre nettement établi que les vaches atteintes de tuberculose viscérale ou même les vaches qui sont apparemment en bonne santé, mais qui réagissent à la tuberculine peuvent fournir un lait contenant des bacilles tuberculeux.

Flugge a signalé également des bacilles pathogènes peptonifiants qui provoquent chez les nourrissons des accidents cholériformes; les spores de ces bacilles résistent à une température de 100°.

Cette énumération, encore incomplète, des différents germes que l'on peut rencontrer dans le lait, suffit à montrer que les laits altérés par les microorganismes saprophytes peuvent amener des désordres graves, des accidents infectieux pour les enfants qui les consomment.

Ce liquide nourricier peut aussi, comme nous venons de le voir, être l'agent de transmission de certaines affections qui, souvent, sont d'autant plus graves que les microbes pathogènes qu'il renferme

sont associés à d'autres microorganismes et, de cette association microbienne, il en résulte une toxicité plus grande ou une virulence plus intense.

En conséquence, on devra, en pratique, considérer comme dangereux tout lait livré à la consommation, dont on ne connaîtra ni l'origine, ni les conditions de la production, et il devra être soumis à l'action de la chaleur avant d'être consommé.

On a bien recommandé, il est vrai, pour obtenir un lait autant que possible exempt de germes, de pratiquer une traite aseptique sur des vaches dont on s'est assuré le bon état de santé, et qui ont été préalablement soumises à l'épreuve de la tuberculine. Mais, pour réaliser cette mulsion aseptique, il faut désinfecter les mamelons de la vache, aseptiser les vases qui doivent contenir le lait et il est indispensable que les mains de la personne qui effectue la traite soient aussi propres que possible.

Pour remplir toutes ces conditions, on se heurte, dans la pratique, il faut le reconnaître, à toute une série de difficultés qui rendent la traite aseptique difficilement réalisable.

Il ne nous reste plus, pour empêcher la fermentation du lait et pour détruire les microbes qu'il peut contenir, qu'à le soumettre à un traitement de stérilisation. On a proposé pour cela des *procédés mécaniques*, des *procédés physiques* et des *procédés chimiques*.

Les *procédés mécaniques* sont la filtration et la centrifugation.

La *filtration* serait, suivant Seibert, efficace si on a le soin de la pratiquer en faisant passer le lait sur du coton hydrophile stérilisé et au préalable humecté d'eau stérile. Il est difficile d'admettre que cette simple filtration, déjà peu pratique, suffise seule à priver le lait des microorganismes qu'il peut contenir.

Quant à la *centrifugation*, proposée par M. Hueppe, elle n'est guère efficace au point de vue de la stérilité, et elle a l'inconvénient de détruire l'émulsion et d'amener la séparation du beurre qui reste imprégné de tous les germes.

Parmi les *procédés physiques*, on a utilisé le refroidissement et même la congélation du lait.

Ces moyens ne peuvent être pratiqués que par la grande industrie, et ils assurent seulement la conservation pendant un temps plus long, mais ne détruisent nullement les germes qui, lorsque le lait est revenu à la température ordinaire, reprennent toute leur vitalité et leur activité physiologique.

La seule ressource qui reste pour purifier le lait est l'emploi de la chaleur.

Mais la température à la quelle il faut porter ce liquide pour le rendre stérile a l'inconvénient de détruire les ferments solubles qu'il contient normalement.

Ces ferments solubles ont des actions biochimiques diverses : les uns sont hydrolysants, les autres oxydants, et enfin il en existe d'autres dont

les processus chimiques qu'ils engendrent sont encore mal connus.

Dans les ferments hydrolysants, il s'en trouve qui saponifient les matières grasses, qui dédoublent les éthers.

Parmi les ferments oxydants, les uns sont des ferments directs (oxydases proprement dites), les autres sont des ferments indirects (anaéroxydases); les processus d'oxydation des uns et des autres peuvent s'exercer sur divers composés.

Peut-être le lait contient-il aussi certains composés cytolytiques, des alexines, véritables ferments détruisant les microbes ou digérant les cellules étrangères.

Or la stérilisation faite à 100° et, *a fortiori*, à une température supérieure, supprime l'action de ces ferments solubles, qui peuvent avoir une influence sur l'assimilation et les phénomènes de la nutrition.

La destruction de ces diastases, ainsi que diverses modifications qui résultent du surchauffage du lait et sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir plus loin, constitue pour certains cliniciens la cause de prétendus méfaits résultant de l'usage du lait stérilisé dans l'alimentation de la première enfance.

D'autres pédiatres, au contraire, estiment que le lait surchauffé est l'aliment de choix du nouveau-né.

Nous nous garderons bien de prendre part à ces diverses discussions, nous bornant simplement à exposer les faits et voulant seulement donner, pour

le pharmacien, le moyen de préparer, par les différents procédés et suivant les demandes qui lui seront faites, les laits stérilisés, pasteurisés ou les laits dits maternisés.

Dans l'emploi de la chaleur, on utilise soit l'ébullition simple, à l'air libre, soit la stérilisation au-dessus de 100° (surchauffage du lait), le chauffage discontinu ou méthode de Tyndall, et la pasteurisation.

Ébullition à l'air libre. — Un mot seulement de l'ébullition simple, qui est le procédé communément employé pour la conservation du lait.

On sait que si on porte sur le feu le lait contenu dans un vase quelconque, celui-ci « monte » tout d'abord avant de bouillir ; ce n'est qu'après avoir brisé la « frangipane », sorte de croûte légère formée de matières albuminoïdes coagulées, et qu'en continuant l'action de la chaleur qu'on arrive à provoquer l'ébullition du lait.

La température atteinte au moment où se produit ce phénomène physique est d'environ de 101°.

Cette ébullition, maintenue pendant trois ou quatre minutes, assure une plus longue conservation du lait, détruit les ferments lactiques et la plupart des bactéries pathogènes, mais elle ne supprime pas la vitalité de toutes les spores.

Ordinairement cette ébullition n'est faite, dans la plupart des ménages, que longtemps après la traite : le lait peut renfermer déjà des substances toxiques formées ou sécrétées par les bactéries qui

ont pullulé pendant le temps qui s'est écoulé entre la traite et le moment où l'on a procédé au chauffage.

L'ébullition est donc, au point de vue de la stérilisation du produit, un procédé insuffisant, qui présente encore l'inconvénient, du fait de l'évaporation active à cette température, de concentrer le lait et enfin de le priver des gaz qu'il contient.

Chauffage à 100° au bain-marie et en vase clos. — Dans la stérilisation du lait, un premier progrès a été réalisé sur l'ébullition simple et à l'air libre, c'est le chauffage du lait en vase clos, au bain-marie et à la température de 100°.

En 1900, M. Escherich a présenté sa marmite à stérilisation du lait, qui se compose d'un récipient en porcelaine muni à sa partie inférieure d'un robinet permettant de tirer le liquide contenu. Le couvercle de cet appareil porte un tube, bouché avec un tampon de coton stérile, par où les vapeurs s'échappent pendant le chauffage et qui donne accès à l'air pendant le soutirage du lait. Cet air se filtre à travers le tampon de coton.

Pour stériliser le lait, on remplit le récipient de ce liquide aux deux tiers et on le met dans un bain, marie dont l'eau est portée à l'ébullition pendant une demi-heure. Après refroidissement, le lait peut être tiré par le robinet inférieur.

On reproche à cet appareil que l'ouate peut être une source de contamination au moment où le lait chauffé vient à *monter* et à la mouiller ; en outre, le

liquide peut être pollué au niveau du robinet, chaque fois qu'on l'ouvre et qu'on le ferme.

L'appareil qu'a proposé M. Soxhlet, dès 1886, présente de véritables avantages, et il a déjà rendu à la puériculture des services considérables. Les modifications principales apportées par cet auteur sont tout d'abord le fractionnement du lait en petits flacons qui renferment juste la quantité nécessaire pour une tétée et le mode de fermeture de ces flacons.

Le dispositif de l'appareil de Soxhlet est le suivant :

1° Une marmite en tôle étamée dans laquelle pénètre un porte-flacon également en tôle étamée, cette marmite est fermée par un couvercle ;

2° Les flacons à col évasé et soigneusement rodé, remplis de lait aux deux tiers, sont bouchés par des disques en caoutchouc rouge recouverts eux-mêmes de capsules en métal pour empêcher ceux-ci de s'échapper pendant la stérilisation.

Quand on veut procéder à la stérilisation, la marmite est remplie d'eau aux trois quarts ; on y place le porte-flacon avec les bouteilles de lait bouchées, et on fait bouillir pendant quarante minutes.

Pendant le chauffage, le disque de caoutchouc se soulève sans quitter les bords du flacon, maintenu qu'il est par la capsule métallique. Par le refroidissement, la vapeur d'eau dans l'intérieur du flacon se condense, un vide partiel se produit, le disque de caoutchouc se déprime à son centre

sous l'influence de la pression atmosphérique et adhère fortement sur le goulot du flacon.

Dans ces conditions, le lait se conserve dans un récipient hermétiquement clos et à l'abri de l'air. Tant que la dépression du disque de caoutchouc persiste, on est sûr que le lait n'est pas en contact avec l'atmosphère extérieure et qu'il n'est pas contaminé.

Le refroidissement étant complet, les flacons sont conservés à la cave jusqu'au moment du besoin; il suffit alors de remplacer le disque de caoutchouc par une tétine préalablement bouillie. Le flacon remplit alors l'office de biberon.

Budin, tout en reconnaissant combien l'appareil de Soxhlet est ingénieux, fait observer qu'il présente quelques inconvénients. Au bout de quelques jours, le disque de caoutchouc s'élargit, glisse à frottement contre les parois de la capsule métallique ; il n'est pas toujours d'aplomb sur le goulot quand on laisse refroidir les bouteilles. En outre, si le col est fêlé, s'il existe la moindre irrégularité du bord rodé, le disque ne forme plus fermeture hermétique et la stérilisation est impossible.

M. Gentile, sur les indications de M. Budin, a construit un stérilisateur qui, dérivé de l'appareil Soxhlet, en présente tous les avantages sans en avoir les inconvénients.

Cet appareil se compose d'un bain-marie en ferblanc ou en tôle de fer étamée (*fig.* 58), qui peut

être plus ou moins grand. Il contient, suivant ses dimensions, un support pour 5, 10 ou 25 bouteilles, destiné à maintenir celles-ci isolées des parois du vase.

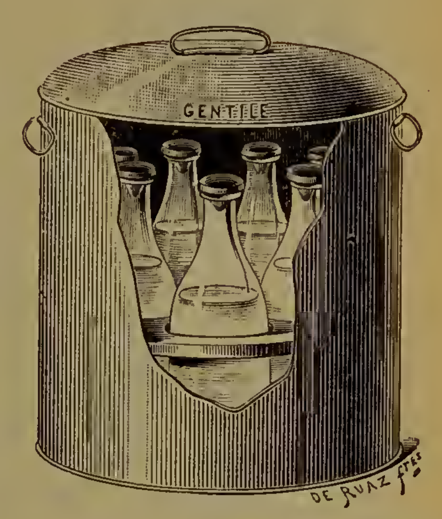


Fig. 58. — Appareil à stériliser le lait.

Les flacons employés, d'une contenance de 50, 100, 150 ou 200 grammes sont gradués par 25 grammes. Ils sont en verre blanc, d'une qualité telle qu'ils supportent facilement le chauffage. Leur goulot est disposé pour recevoir une tétine.



Fig. 59. — Obturateur automatique.

Les flacons, dont le goulot offre une surface assez large et rodée à l'émeri, sont bouchés par des obturateurs automatiques, sorte de petits disques de caoutchouc rouge, munis sur leur face inférieure d'un appendice central qui a la forme d'une pyramide quadrangulaire (*fig.* 59 et 60).

Pour se servir de l'appareil, on verse dans chaque flacon la quantité de lait né-

cessaire pour une tétée, sans que cette quantité puisse dépasser le trait de division le plus élevé; on place ensuite un obturateur sur le goulot.



Fig. 60. — Obturateur posé sur un goulot du flacon.

Tous les flacons ainsi préparés, sont mis dans le porte-bouteilles, puis dans la marmite qui contient l'eau froide. Le niveau de l'eau doit affleurer à peu près celui du lait dans les flacons. La marmite est ensuite recouverte et portée sur un fourneau.

La température de l'eau s'élève progressivement jusqu'à l'ébullition, qu'on doit maintenir pendant quarante minutes. Cela fait, on enlève le couvercle, on sort le porte-flacon de l'eau bouillante, en ayant soin de ne pas toucher aux obturateurs et on laisse refroidir. On voit alors, dès que la température s'abaisse, les obturateurs s'appliquer

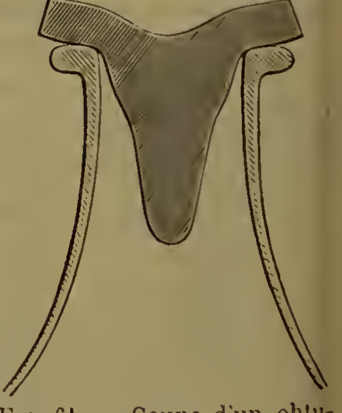


Fig. 61. — Coupe d'un obturateur déprimé sur un goulot de flacon.

fortement sur les goulots des petites bouteilles et se déprimer à leur centre. La dépression atteint son maximum lorsque les flacons sont froids (*fig.* 61). Elle résulte du vide produit par la condensation de la vapeur d'eau du lait qui, pendant l'ébullition, a chassé l'air contenu dans la partie supérieure des flacons.

L'obturateur est ainsi fixé par la pression atmosphérique.

Pour s'assurer que la stérilisation est bien faite, on doit constater, après le refroidissement des flacons, que le vide existe ; l'adhérence du disque sur le goulot et la dépression centrale de l'obturateur constituent déjà deux premières preuves. Une troisième est fournie par l'expérience du marteau d'eau. Pour cela, on renverse le flacon et, du coupant de la main, on frappe d'un coup sec sur le fond ; le brusque déplacement du liquide doit rendre un son clair et net pendant que la main reçoit un contre-coup.

Lorsqu'on veut donner à l'enfant le lait nécessaire pour une tétée, on plonge une bouteille dans l'eau chaude de façon à tiédir son contenu. Le résultat obtenu, on soulève un des bords de l'obturateur. Ce dernier se détache, et l'air rentre dans le flacon en produisant un sifflement particulier. On adapte alors une tétine sur le goulot.

Lorsque le lait doit être transporté, il est nécessaire de bien maintenir l'obturateur afin qu'il ne se détache pas.

Ce résultat est obtenu à l'aide d'une armature métallique sur laquelle sont fixées latéralement deux tiges droites d'abord recourbées, puis terminées en crochet à leur extrémité (*fig.* 62).



Fig. 62. — Armature métallique.

L'armature étant évidée en son centre, on peut toujours voir la dépression du caoutchouc.

Une ficelle ou un fil de laiton fixe l'appareil sur le goulot de la bouteille (*fig.* 63).

Un mot à propos du nettoyage des obturateurs : on les plonge dans de l'eau chaude et on les frotte fortement entre les doigts. On les laisse ensuite séjourner dans de l'eau bouillie froide et on les applique humides sur les flacons.

Les flacons bien nettoyés doivent, avant d'être remplis de lait, être également lavés à l'eau bouillie.

Fig. 63. — Flacon muni de l'obturateur et de l'armature métallique.

M. Hauchecorne, de Bolbec, au lieu d'employer le stérilisateur type Soxhlet par chauffage au moyen de l'eau, préconise un appareil assez simple chauffé par la vapeur d'eau. Celui-ci se compose de deux réservoirs

cylindriques, d'inégale grandeur, reliés l'un à l'autre et communiquant entre eux par le fond mobile percé de nombreux trous du réservoir supérieur.

Ce disque perforé est destiné à supporter les flacons de lait et à les isoler de l'eau dont on remplit le réservoir inférieur d'une contenance d'un litre environ.

L'appareil est fermé par un couvercle presque hermétique présentant seulement en un de ses points un petit orifice muni d'un avertisseur. Le fonctionnement est le suivant :

L'eau contenue dans le réservoir inférieur est chauffée soit par un fourneau de charbon, soit sur le gaz et portée à l'ébullition. Par les trous du disque séparant les deux réservoirs, la vapeur vient remplir le réservoir supérieur et, quand la pression est suffisante, elle s'échappe par l'orifice du couvercle muni de l'avertisseur.

D'après M. Hauchecorne, un chauffage de dix minutes suffit pour que le lait, même par les plus grandes chaleurs, se conserve plusieurs jours.

Nous ne voyons à cet appareil que l'avantage de n'avoir à faire chauffer qu'une petite quantité d'eau, et nous nous demandons si, pour un lait embouteillé, un séjour de dix minutes dans la vapeur à 100° est nécessaire pour donner la stérilisation non pas absolue, mais pratique, que l'on obtient avec l'appareil de Soxhlet.

Dispositif de M. Rodet. — M. Rodet reproche à tous les procédés, qui emploient le bouchage au

caoutchouc, de communiquer au lait une odeur et une saveur désagréables, et il s'est préoccupé d'éviter cet inconvénient en cherchant à réaliser un système d'occlusion des flacons entièrement en verre qui, sans exiger une manipulation pendant le chauffage, assure cependant la conservation du lait en le mettant à l'abri des contaminations secondaires.

Comme il est impossible avec le verre seul de s'opposer à une certaine rentrée d'air pendant le refroidissement, il importe que cet air qui entre ne puisse pas porter jusqu'au lait les germes qu'il risque d'amener avec lui.

M. Rodet a songé alors au bouchage par un chapeau à l'émeri extérieur au col, ne laissant aucune autre communication avec le dehors que par la surface de contact entre lui et le col.

Cet auteur s'est assuré que si l'on chauffe un liquide dans un flacon muni d'un tel chapeau, à condition que celui-ci soit simplement posé sans effort et les surfaces de contact étant humides, la dilatation de l'air et la tension de la vapeur font subir à ce chapeau une série de soulèvements qui permettent l'issue des gaz.

Se basant sur ces données, M. Rodet a fait construire un modèle de flacon disposé de la manière suivante :

Le col des flacons est muni d'un capuchon de verre A (*fig.* 64) qui entoure leur col et recouvre leur orifice.

Grâce à une forme toute particulière du col dont la partie supérieure B se rétrécit, le capuchon n'est en contact avec lui qu'à sa base, et circonscrit en haut une sorte de chambre circulaire CC.

Pourvu que le capuchon contienne deux ou trois gouttes d'eau au moment où on le renverse sur le col du flacon et n'y soit pas pressé, les gaz et les vapeurs s'échappent facilement pendant le chauffage. Pendant le refroidissement, de l'eau de condensation se réunit à la partie inférieure de la chambre circulaire; elle complète l'obturation, elle filtre l'air aspiré et retient les germes qu'il peut apporter.

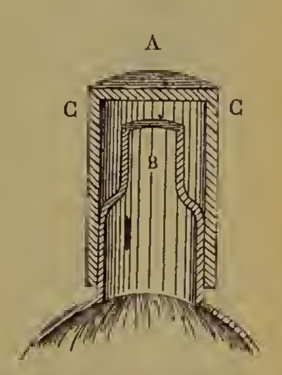


Fig. 64. — Dispositif de M. Rodet pour le bouchage des flacons.

Ce mode de bouchage a, sur l'emploi du caoutchouc, l'avantage de ne pas communiquer d'odeur au lait.

Il faut néanmoins reconnaître que cette odeur de caoutchouc, donnée au lait par l'usage des appareils de Soxhlet, de Budin-Gentile, est assez facilement acceptée par les nouveau-nés.

Dispositif Cazeneuve. — A la suite de ses recherches sur la conservation du lait, M. Cazeneuve a remarqué que, dans le lait désoxygéné et chauffé au bain-marie à une température de 98-100°, le ferment lactique est le plus souvent détruit et, dans tous les cas, il est toujours atténué, alors qu'il faut, pour le lait ordinaire, une chauffe à 110° pour le tuer.

Cette destruction du ferment lactique à cette température dans le lait désoxygéné s'explique par ce fait que ce microorganisme est très aérobie.

Nous avons précédemment insisté sur l'importance que présente l'existence de ce ferment dans le lait relativement à l'étiologie du choléra infantile des

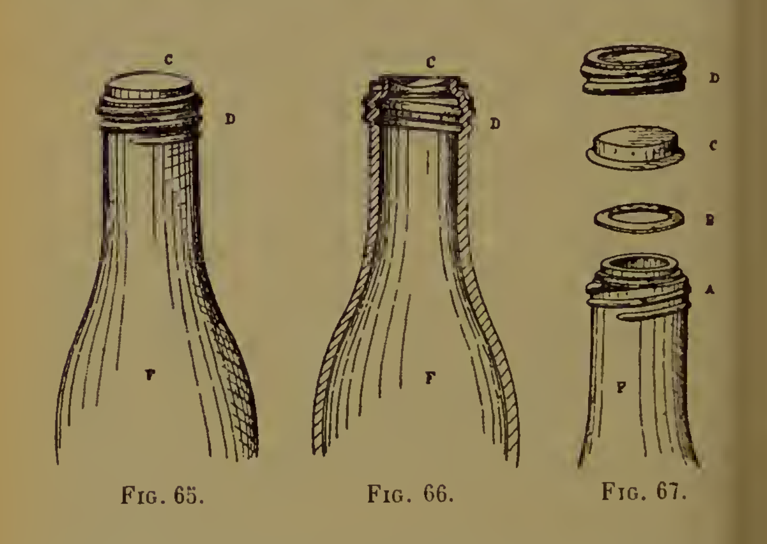


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67.

nouveau-nés. Aussi devons-nous accorder une attention particulière au dispositif préconisé par M. Cazeneuve, et nous croyons devoir, en raison de son utilité, décrire complètement l'outillage et le mode opératoire spéciaux qui permettent une désoxygénation complète du lait et du récipient et assurent la stérilisation et la fermeture :

« Le lait est enfermé dans des flacons F en verre mince de 400 centimètres cubes de capacité (*fig.* 65) dont le goulot se termine par une enflure spiroïdale

(*fig.* 66), permettant de fixer par un vissage un anneau de fer-blanc D (*fig.* 65 et 67).

Les flacons sont emplis jusqu'à la naissance du goulot à 3 centimètres environ de la spire de verre. Une capsule d'étain pur C (*fig.* 67) est appliquée sur l'orifice du goulot qu'elle encapuchonne soigneusement. Cette capsule est munie en son centre d'un petit cône percé d'un pertuis d'un demi-millimètre environ. Son rebord plat repose sur une rondelle de caoutchouc B (*fig.* 67), supportée elle-même par un méplat figuré à l'extrémité du goulot, immédiatement au-dessous de la spire. On fixe solidement cette capsule en introduisant l'anneau, qui, par le vissage, exerce une forte pression sur le rebord aplati.

« Grâce au caoutchouc, la fermeture est hermétique. Reste libre le petit orifice du cône de la capsule dont on va maintenant apprécier l'utilité.

« Le flacon, rempli de lait, est logé dans un panier métallique plongeant dans l'eau d'un bain-marie qu'on amène peu à peu à l'ébullition. L'eau doit recouvrir de 1 centimètre environ les flacons qui sont immergés complètement.

Le bain-marie présente un couvercle à deux trous de 1 centimètre de diamètre environ, destinés l'un à recevoir un thermomètre, l'autre à l'échappement de la vapeur.

« L'eau ne peut pénétrer dans le lait par l'orifice presque capillaire du cône de la capsule, qui laisse s'échapper l'air bulle à bulle à mesure que la température s'élève.

« Dans le voisinage de 100°, le lait dégage l'acide carbonique de ses bicarbonates alcalins, lequel purifie le flacon de toute trace d'air atmosphérique. »

M. Cazeneuve a fait des essais qui lui ont démontré que 100 centimètres cubes de lait pouvaient donner jusqu'à 20 centimètres cubes d'acide carbonique.

« On maintient, pendant une heure, la pleine ébullition de l'eau qu'on note dès que le thermomètre indique une température stable, laquelle varie de 98° à 100° suivant la pression barométrique.

« Au sein de l'eau bouillante, avec une pince à mors plats, spécialement construite pour éviter toute déchirure du métal, on aplatit par pression transversale le petit cône de la capsule d'étain, qui se trouve ainsi obturé.

« On retire le flacon de l'eau. Un bon vide s'accuse par l'ébullition du lait pendant quelques instants au sortir du bain.

« Par refroidissement, la capsule d'étain se déprime même sous l'action de la pression atmosphérique.

« Quelle que soit la sécurité que donne la fermeture, il est bon de plonger, au sortir de l'eau, l'armature du flacon dans un bain de paraffine chauffée à 120°-130°. Après refroidissement complet, on paraffine à nouveau l'extrémité. Le vide, grâce à cet ensemble de précautions, est parfait, et chaque flacon fait le marteau d'eau. »

M. Cazeneuve s'est assuré que le lait, chauffé dans les conditions ci-dessus décrites, absolument

désoxygéné et mis à l'abri de l'air, peut se conserver indéfiniment. La destruction des microbes pathogènes n'est pas douteuse. Le ferment lactique y est sinon détruit, du moins très atténué, puisqu'il est très aérobie et qu'il ne peut se développer dans l'acide carbonique.

Ce lait, *cuit* à 98-100°, a des qualités digestives nutritives absolument démontrées par l'observation clinique et l'expérimentation. Il a aussi l'avantage, sur les laits autoclavés à 110-120°, de ne point jaunir et de ne point prendre un goût de brûlé ou de peptone si fréquemment rencontré dans les laits stérilisés à cette température.

Valeur du procédé de stérilisation par chauffage a 100° au bain-marie. — Le chauffage du lait, effectué dans ces conditions, surtout lorsqu'on emploie le procédé de Soxhlet, ne réalise pas l'aseptisation absolue. On obtient bien la destruction presque certaine des microbes pathogènes, mais leurs spores restent intactes et conservent toute leur vitalité. Certaines bactéries saprophytes résistent également à ce mode de chauffage.

Le résultat de cette opération n'est donc pas une stérilisation *absolue*, mais une stérilisation *pratique* permettant de donner à l'enfant un lait exempt de dangers, si on a la précaution de ne pas attendre plus de vingt-quatre heures entre le moment où le lait a été chauffé et celui de la tétée.

Le temps de conservation de ces laits est assez

restreint : ainsi, M. Marfan a observé que des laits, chauffés au bain-marie à 100°, se coagulent 9 fois sur 10 après un nombre de jours qui varie de 5 à 20. Par l'examen bactériologique, on décèle alors le *Bacillus mesentericus vulgatus* et le *Bacillus subtilis*. A ce moment le lait présente une odeur fétide et, quelquefois, une saveur amère qui, d'après Hueppe, serait due à la peptonisation d'une partie de la caséine par ces deux microorganismes peptonifiants.

Ces laits ainsi chauffés, bien que non stériles, rendent certainement de grands services en puériculture, mais encore faut-il que le chauffage s'exerce sur des laits immédiatement ou très peu de temps après la traite, et avant qu'ils aient été ensemencés et qu'ils ne soient souillés par les toxines élaborées par les microbes.

Nous devons ajouter que les observations que nous venons de faire, à propos de la conservation des laits chauffés au bain-marie à 100°, ne s'adressent pas aux produits préparés par le procédé Cazeneuve qui, au point de vue de la stérilisation et de la conservation, semble donner toute garantie.

Les procédés de Soxhlet, de Budin-Gentile sont surtout des procédés domestiques effectués à domicile, alors que ceux de Rodet, de Cazeneuve constituent surtout des méthodes industrielles et qui, en raison des précautions particulières qu'elles nécessitent dans leur application, doivent être faites par le pharmacien.

Stérilisation au-dessus de 100° à l'autoclave, dite stérilisation industrielle. — D'après M. Marfan, le lait stérilisé à 100° au bain-marie présente les mêmes modifications physico-chimiques que les laits autoclavés : la caséine est modifiée; sa coagulation par la présure donne un coagulum à flocons plus fins que dans le cas du lait cru, ce qui serait tout au moins une modification favorable; quelquefois le lait, chauffé à 100°, a un goût de cuit ; l'émulsion est en partie détruite et le beurre se rassemble en globules plus ou moins gros.

Ces modifications sont donc les mêmes, peut-être à un degré un peu moindre,que celles que l'on observe dans les laits surchauffés, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin d'une façon plus détaillée, avec cette différence que, pour les laits simplement chauffés à 100°, la stérilisation n'est pas aussi complète qu'avec les laits autoclavés.

Il semble donc que la préférence doit être accordée aux laits stérilisés au-dessus de 100° et que, malgré certaines opinions contradictoires, l'ingestion de ces laits constitue un bon allaitement artificiel pour les nouveau-nés.

Les laits soumis à la température de 105°, 108°, 110° et même 120° portent le nom de *laits industriels*. Ces laits sont généralement privés de tous les germes qu'ils peuvent contenir avec destruction de toutes les spores microbiennes. Ces laits sont vraiment stériles quand aucune culture ne peut plus s'y développer.

Cette stérilisation doit s'effectuer sur le lait immédiatement après la traite, de façon à ce que les microbes, qui ont pu le souiller pendant la mulsion, ne puissent y pulluler, ni sécréter de produits toxiques.

Cette opération peut se faire en mettant le lait dans des flacons assez résistants que l'on remplit aux trois quarts, on les bouche comme une limonade avec un bouchon de liège assujetti avec de la ficelle. Les bouteilles sont ensuite plongées, presque à la naissance du col, dans un bain-marie contenant une solution saturée de sel marin, que l'on chauffe doucement jusqu'à ébullition.

La température du bain-marie est alors de 108°.

On continue l'ébullition pendant 45 minutes et on laisse refroidir. Après refroidissement, les flacons sont retirés, on les lave extérieurement à l'eau froide.

Ce procédé n'est pas très pratique lorsqu'on veut préparer un certain nombre de flacons de lait stérilisé. Il est alors préférable d'employer l'autoclave qui, comme nous l'avons déjà démontré, devient un instrument de laboratoire indispensable pour le pharmacien. Dans ce cas, voyons, tout d'abord, quels sont les flacons qu'on devra adopter pour la préparation de ces laits stérilisés.

On pourra se servir des bouteilles ordinaires de pharmacie d'une contenance de 60, 125, 250 centimètres correspondant à la quantité nécessaire pour une ou deux tétées. Du reste, on sera guidé,

à cet égard, par les demandes faites par le client.

Les bouteilles bien rincées et égouttées seront remplies de lait aux trois quarts et bouchées provisoirement par un tampon de coton. On les place sur le panier de l'autoclave, en déposant à côté les bouchons de liège qui devront servir pour le bouchage définitif. On recouvre l'ensemble des flacons par une grande feuille, simplement posée, de papier à filtrer. On ferme l'autoclave. On chauffe et après avoir pris, suivant les conditions déjà indiquées, le soin de chasser l'air du stérilisateur, on maintient la température de 110° pendant dix minutes à un quart d'heure. On laisse refroidir.

Après refroidissement complet, les flacons sont retirés et, en prenant tous les soins indispensables pour éviter toute contamination, on substitue au tampon d'ouate le bouchon stérilisé et on paraffine.

Il est bon de coller sur chaque flacon une étiquette portant la date du jour de la stérilisation.

Au lieu d'employer de simples bouteilles de pharmacie, il vaut mieux se servir de flacons gradués, munis d'une fermeture à canette que l'industrie fabrique maintenant avec des verres blancs résistant parfaitement à la température de la stérilisation. Ces flacons gradués ont l'avantage de pouvoir recevoir une tétine, et ils remplissent alors l'office de biberon.

M. Leune fabrique des flacons ronds en verre mince spécial, de différentes dimensions, munis d'une fermeture automatique à levier avec bouchon

de porcelaine garni d'une rondelle en caoutchouc s'appliquant exactement sur le goulot du flacon. Ce dernier étant rempli de lait, est placé à l'autoclave en ayant soin de rabattre seulement le bouchon

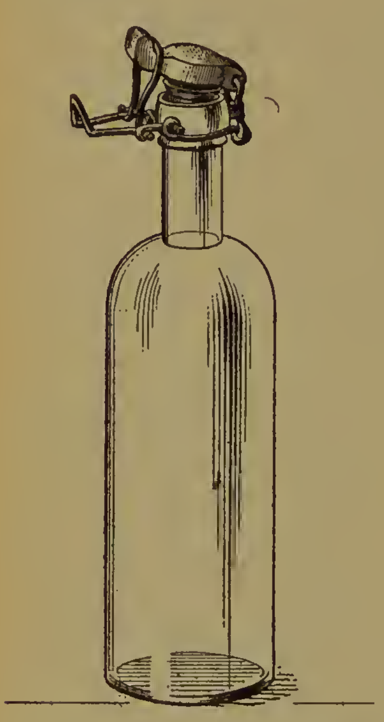


Fig. 68. — Flacon de Leune (fermeture incomplète pendant la stérilisation).



Fig. 69. — Flacon de Leune fermé après stérilisation.

sur l'ouverture (*fig.* 68) sans aucune pression, et l'anneau du levier engagé sur le bec du bouchon de porcelaine. Cette disposition permet à l'air de se dégager facilement pendant la stérilisation. Celle-ci étant terminée, on ouvre l'autoclave et on ferme

immédiatement le flacon en appuyant de haut en bas sur le levier de la garniture (*fig.* 69).

Lorsque l'opération de la stérilisation est faite avec le lait venant d'être trait et que l'on a apporté tous les soins nécessaires au chauffage, on est pour ainsi dire certain d'avoir un produit aseptique.

Il pourrait arriver que, par suite d'une faute commise, surtout à l'instant du bouchage, des flacons ne soient pas absolument stériles. On s'en aperçoit au moment de l'ouverture de la bouteille : le lait alors se coagule, et il a une odeur désagréable et un goût aigre qui attirent l'attention.

Dans la grande industrie et, spécialement, dans les établissements agricoles, qui préparent les laits stérilisés, on emploie des appareils pouvant recevoir un nombre plus ou moins considérable de flacons.

Le lait est, tout d'abord, privé des impuretés qu'il peut contenir, soit par filtration sur tamis, soit par centrifugation, et il est chauffé le plus souvent à 110°-120° pendant un certain temps, au moyen de la vapeur sous pression.

M. P. Lequeux, de Paris, a construit un appareil continu pour la stérilisation du lait comprenant un générateur chauffé au moyen du gaz et du charbon. Ce générateur alimente alternativement deux grands stérilisateurs de $1^{m},65$ de haut et $0^{m},75$ de diamètre.

Chaque stérilisateur est formé d'un récipient cylindrique contenant cinq tablettes circulaires, rece-

vant des flacons de 125 ou 250 centimètres cubes à fermeture canette en verre blanc stérilisable, et pouvant tourner sur des galets, de sorte que, dès que l'on a retiré les tampons de fermeture correspondant à chaque étage des tablettes, il est facile d'amener à portée de la main les bouteilles les plus éloignées.

La vapeur produite par le générateur, et dont la pression ne dépasse pas 2 kilogrammes, pénètre à la partie supérieure des cylindres et descend à la partie inférieure après avoir traversé tous les étages. La vapeur et l'eau condensée se réunissent dans un tube placé au bas de chaque appareil, et sont éliminées à l'extérieur par une soupape équilibrée de façon à pouvoir maintenir une légère pression dans l'appareil.

La température à laquelle le lait, mis dans les flacons, est porté, est de 102 à 103°, aussi doit-on maintenir l'action de la chaleur pendant au moins quarante-cinq minutes pour avoir une bonne stérilisation.

La continuité de l'appareil consiste en ce que, pendant tout le temps où s'opère la stérilisation dans l'un des stérilisateurs, on peut décharger et recharger complètement l'autre stérilisateur, et on obtient ainsi un rendement maximum que l'on ne peut pas avoir avec des appareils discontinus.

Certains industriels soumettent d'abord le lait à un premier chauffage à 75° à 80° avec brassage dans le but de le désoxygéner. Ce n'est qu'après refroi-

dissement que le lait est mis en bouteilles et qu'on procède à sa stérilisation par la vapeur sous pression. On prétend que, dans ces conditions, le lait subit des modifications moins accentuées et qu'on empêche le processus d'oxydation qui, suivant certains auteurs, s'exerce vis-à-vis de la matière grasse par l'action combinée de l'oxygène et de la chaleur.

Quoi qu'il en soit, ce chauffage et ce brassage préalables ont l'avantage de pouvoir rejeter tout lait qui, n'étant pas normal, ne manquerait pas de tourner, de se coaguler à la suite de ces traitements et après refroidissement.

L'industrie laitière emploie souvent l'appareil de MM. Hignette et Timpe, qui opère la stérilisation du lait par la vapeur faiblement surchauffée, puisque la température à laquelle on atteint n'est guère que de 102-103°, comme dans le stérilisateur de M. Lequeux. Voici la description de cet appareil tel qu'il est décrit par M. A. Chavanne :

Il se compose d'un grand cylindre *g* (*fig.* 70), entouré de feutre maintenu par des cercles de cuivre. A la partie inférieure, un foyer *a'* permet de porter à l'ébullition l'eau d'une chaudière *b*. Cette chaudière est largement ouverte et communique avec tout le reste de l'appareil de la partie supérieure duquel sort un tube en caoutchouc *f*, qui vient plonger au fond d'un seau rempli d'eau.

Par un treillis en fil de fer, les deux tiers supérieurs de ce grand cylindre sont divisés en quatre compartiments.

Une fermeture *a*, sur laquelle agit un levier à

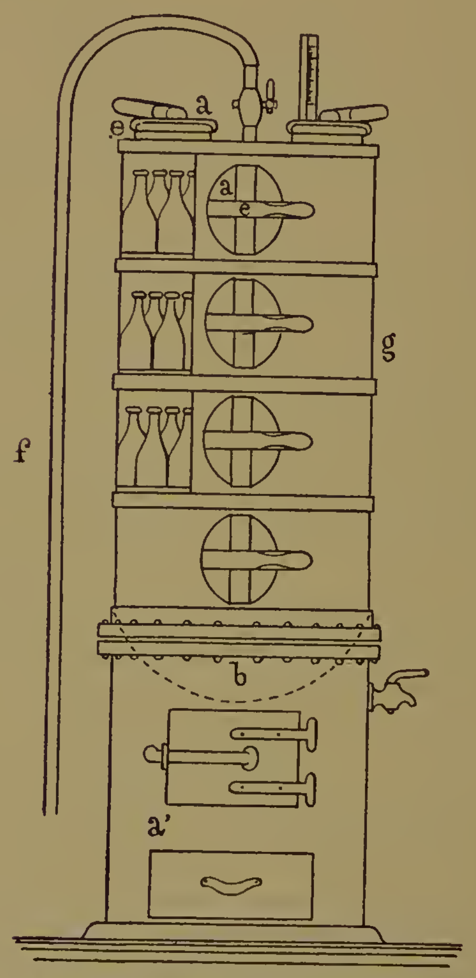


Fig. 70. — Appareil à stériliser le lait de MM. Hignette et Timpe.

crampon *e*, à pression excentrique, munie d'une forte lame de caoutchouc, donne accès dans chacun

d'eux. C'est sur ce treillage que l'on met les bouteilles remplies de lait et ouvertes. Ces bouteilles sont pourvues d'une fermeture à canette. Le bouchon en émail est entouré d'une bague en caoutchouc qui assure, quand l'opération est terminée, un contact parfait et empêche la rentrée d'air.

Les quatre compartiments remplis de bouteilles débouchées, les fermetures extérieures mises en place, on amène progressivement l'eau à l'ébullition. L'air est chassé, mélangé à la vapeur, à travers le long tube qui surmonte l'appareil et vient barboter dans l'eau du seau. Quand l'ébullition a duré trois quarts d'heure et que la vapeur a circulé, pendant ce temps, dans tout l'appareil, l'opération est terminée.

La température, répartie également dans tous compartiments à lait, s'est élevée à 102°. Un thermomètre enregistreur placé à la partie supérieure et plongeant dans la vapeur permet de le constater.

On procède au bouchage des bouteilles de la façon suivante : deux soupapes placées à la partie supérieure et possédant le même mode de fermeture sont enlevées et laissent échapper la vapeur. Sans attendre plus longtemps, on ouvre le compartiment supérieur, et avec la main entourée d'un gant de crin, on rabat rapidement sur le col des bouteilles le levier qui fixe le bouchon. On ferme de la même manière les bouteilles des deux compartiments suivants.

Les bouteilles sont ensuite entourées d'une ficelle plombée.

Cette stérilisation à vase ouvert ne donne lieu à aucune évaporation; du reste le lait ne bout pas.

La température de 102° n'est atteinte dans cet appareil que par la nécessité, pour la vapeur, de déplacer, pour s'échapper au dehors, la colonne d'eau qui remplit le tube de caoutchouc plongeant dans le seau.

Le lait, préparé dans cet appareil, prend une teinte légèrement jaunâtre, mais n'a pas le goût du lait bouilli.

Valeur du procédé de stérilisation par chauffage au-dessus de 100°. — Certains auteurs ont beaucoup insisté sur les modifications des éléments constitutifs des laits surchauffés, et on s'est basé sur elles pour essayer de démontrer que la stérilisation faite à une température supérieure à 100°, donnait des produits indigestes et dont la valeur nutritive était amoindrie.

Nous allons rappeler les diverses modifications perçues à la suite d'une stérilisation à l'autoclave et sans nier les faits contrôlés, nous verrons que les objections présentées ne sont pas de nature à compenser les grands avantages que présentent, pour l'alimentation du nouveau-né, les laits stérilisés industriellement.

Il est indéniable que, dans les laits industriels, les ferments solubles sont détruits comme ils le

sont, du reste, dans les laits simplement soumis à l'ébullition. Mais nous ne savons pas exactement quelle part prennent les ferments dans l'acte de la nutrition, et les résultats cliniques semblent démontrer que la suppression de ces diastases n'influe pas d'une façon appréciable sur la digestibilité du lait.

L'action de la chaleur prive le lait des gaz qu'il tient en dissolution et des substances sapides aromatiques pour faire place à un goût de cuit. Or, cette saveur que l'on reproche aux laits surchauffés se retrouve également dans les laits seulement stérilisés à 100° au bain-marie, et d'ailleurs l'expérience démontre que les premiers sont bien acceptés par le nourrisson.

Dans les laits autoclavés, la matière grasse, au lieu de rester à l'état de particules huileuses très fines formant ainsi, par sa division, l'émulsion, se rassemble en gouttelettes de plus en plus grosses pour former des grumeaux au goulot de la bouteille que l'agitation ne peut plus émulsionner. Or, cette séparation du corps gras ne s'effectue guère qu'au bout de quinze jours à un mois ; il suffira donc de consommer le lait dans la première quinzaine de sa préparation.

La coloration jaune que prennent les laits chauffés à 110° et, à plus forte raison, à 120-130°, est due, d'après MM. Cazeneuve et Haddon, à l'oxydation du lactose, en présence des sels alcalins du lait, avec formation d'acides et, en particulier, d'acide formique.

M. Duclaux estimait que ce jaunissement devait être attribué à une modification de la caséine avec formation d'une petite quantité de peptones. Or, MM. Cazeneuve et Haddon prétendent que la caséine coagulée est tout simplement teintée en jaune par les corps transformés aux dépens du lactose. Nous ferons remarquer que cette coloration, très perceptible pour les laits fortement surchauffés, est très faible dans les produits stérilisés à 103°-105° et 108°.

D'après MM. Bordas et Raczowski, la lécithine du lait serait elle-même hydrolysée, et la perte de ce principe serait déjà de 12 0/0 pour les laits chauffés au bain-marie à 95°.

Lorsque le lait a été stérilisé à l'autoclave à 105-110°, la lécithine diminue de 30 0/0.

On a voulu voir dans cette altération de la lécithine une diminution de la valeur nutritive des laits autoclavés.

Suivant certains auteurs, les sels minéraux subiraient aussi des modifications du fait de la chaleur. D'après M. Vaudin, on a montré que le phosphate de chaux du lait serait tenu en dissolution grâce aux citrates alcalins et au lactose. Or, sous l'influence de la stérilisation, on observe une modification ou une destruction de l'équilibre moléculaire des sels dissous, tendant à précipiter le phosphate tricalcique. Mais il est facile, par une simple agitation, de remettre en suspension le phosphate de chaux généralement déposé à l'état très ténu.

M. le Dr Barillé vient de démontrer l'existence, dans le lait, d'un composé nouveau, le *carbono-phosphate de calcium* sous forme d'une combinaison facilement dissociable.

En effet, sous l'influence d'une température même de 50°, le carbono-phosphate en dissolution se décompose, il y a mise en liberté du gaz carbonique faiblement combiné, et les constituants insolubles se précipitent. Seuls dans le lait subsistent les phosphates solubles et le phospho-arséniate.

D'après M. Barillé, la pasteurisation qui s'effectue généralement à la température de 70° (et nous pouvons ajouter, *a fortiori*, la stérilisation par chauffage au-dessus de 100°) détermine, au point de vue chimique, une décalcification partielle du lait en même temps qu'une déminéralisation phosphatée. Au point de vue physiologique, elle amène un appauvrissement en phosphate de calcium soluble et assimilable venant modifier ainsi l'état physique du lait, c'est-à-dire ses propriétés de digestibilité et de coagulabilité.

Cette question de digestibilité, il faut l'avouer, n'est pas encore complètement élucidée.

Ainsi divers auteurs et, en particulier, MM. Chavanne et Michel, ont entrepris des expériences pour déterminer le degré de digestibilité des laits surchauffés. Or il résulte de leurs recherches que la stérilisation augmente la digestibilité, *in vitro*, du lait, et, en particulier, de ses matières albuminoïdes, au lieu de la diminuer comme on l'avait cru.

On a prétendu que le lait autoclavé, privé de ses ferments solubles, et comparable par son mode de préparation à une véritable conserve, avait pour conséquence d'exposer au scorbut les enfants nourris avec un tel lait.

Or M. Variot a poursuivi pendant quinze ans à cet égard une enquête sur les enfants d'un dispensaire d'un des quartiers les plus pauvres de Paris. Ces nourrissons, privés du lait de leur mère ou ne recevant que partiellement le sein, étaient soumis au lait stérilisé à 108°. Voici les conclusions de cet auteur :

1° Le lait stérilisé à 108° conserve toute sa valeur nutritive. Il n'est inférieur ni au lait pasteurisé à 80° ni à celui qui a été simplement chauffé à 100° dans l'appareil de Soxhlet ;

2° La destruction par la chaleur des enzymes, la légère altération du lactose, la précipitation douteuse du citrate de chaux ou l'altération des lécithines n'influent pas de façon sensible sur son assimilabilité :

Jamais un cas de scorbut infantile n'a été observé au dispensaire. Toutes les critiques, toutes les craintes théoriques restent sans portée devant cette longue pratique, le nourrisson étant évidemment le meilleur indicateur de la valeur alibile du lait ;

3° Grâce à ce lait stérilisé, on a pu élever non seulement les enfants apportés sains, mais aussi les atrophiques retardés dans leur développement par suite de troubles gastro-intestinaux ;

4° Le rachitisme ne s'est pas développé chez ces enfants;

5° Sur 3.000 nourrissons de toute venue, 3 ou 4 0/0 se sont montrés incapables d'utiliser le lait stérilisé;

6° La constipation et l'anémie ne sont pas rares chez les nourrissons élevés par cette méthode. Par contre, les diarrhées estivales sont fort atténuées dans leur gravité.

M. Comby a rapporté, de son côté, un certain nombre d'observations françaises et étrangères dans lesquelles le scorbut infantile s'est montré comme conséquence de l'usage du lait stérilisé. Cet auteur ajoute, du reste, que ce fait est très exceptionnel.

Si nous pesons bien toutes les objections que nous venons de signaler et qui ont été faites au sujet du lait stérilisé à une température supérieure à 100°, on peut se rendre compte qu'elles ne sont pas suffisantes pour diminuer la valeur nutritive de ces produits industriels, et que les arguments invoqués contre le lait stérilisé n'ont pas grande portée. Les résultats cliniques apportés par les pédiatres les plus connus viennent, du reste, confirmer les progrès que la stérilisation a fait faire à la puériculture.

Stérilisation par chauffage discontinu, dite méthode de tyndallisation. — La stérilisation du lait par chauffage discontinu s'effectue en soumettant le lait, mis en flacon, à une température de 100° pen-

dant une demi-heure et répétant, pendant trois jours et une fois par jour, le chauffage à 100°.

On obtient par ce procédé un lait stérile, mais l'opération est longue et plus coûteuse, et elle ne présente pas d'avantages sur la stérilisation faite à l'autoclave.

Le *lait de Dahl* est un lait tyndallisé : tout d'abord le liquide frais est réchauffé lentement dans une étuve à fermentation, les spores deviennent adultes et sensibles à la chaleur. On chauffe à 75°, ce qui les tue. On recommence cinq fois de suite cette opération. Ce lait se conserve très longtemps sans s'altérer.

Pasteurisation. — Afin de réduire au minimum les altérations que subissent les laits chauffés à 100° et au-dessus, on a pensé à utiliser le procédé préconisé par Pasteur pour conserver les vins, c'est-à-dire le chauffage à une température ne dépassant pas 70-75°.

Cette opération, qui porte le nom de *pasteurisation*, donne, lorsqu'elle est appliquée au lait, un produit qui, d'après MM. Bitter et Duclaux, ne présente qu'un goût de cuit à peine sensible. La température à laquelle s'effectue la pasteurisation est suffisante pour tuer les bacilles tuberculeux et la plupart des microbes pathogènes, et aussi le plus souvent les *micrococus* et les ferments lactiques qui rendent les laits aigres, mais on n'obtient jamais un lait absolument stérile. Ce dernier contient encore, en

effet, toutes les spores microbiennes à l'état de vitalité, des microbes saprophytes et surtout les ferments de la caséine.

Ce chauffage du lait à 70-75° doit être immédiatement suivi d'un refroidissement brusque, car, si le lait chauffé revient lentement à la température ordinaire, il passe par des températures de 30-40°, favorables à la pullulation des bactéries non détruites et à la germination des spores.

La pasteurisation est surtout une opération industrielle qui est faite, d'après M. de Rothschild, pour tous les laits traités dans les dépôts des laitiers en gros qui approvisionnent Paris, et pour une partie des laits vendus dans certaines grandes villes de province. Le but poursuivi est surtout d'assurer la conservation temporaire : les laits pasteurisés doivent être consommés dans les quarante-huit heures.

En Allemagne, la pasteurisation industrielle est faite dans les appareils de Thiel, de Kuhne, qui sont formés d'une surface métallique chauffée par la vapeur; sur cette surface, le lait coule lentement, puis il est ensuite conduit dans un réfrigérant.

En France, l'industrie laitière emploie surtout l'appareil de M. Fjord, de Copenhague, perfectionné, dans ces dernières années, par plusieurs industriels.

L'appareil primitif de M. Fjord se composait d'un cylindre à double paroi. Dans la partie centrale, le lait circule brassé par une vis tournante à arêtes

très larges, pendant que dans la partie concentrique, c'est-à-dire entre les deux cylindres, on fait arriver de la vapeur.

La vitesse d'écoulement du lait est calculée de façon à ce que le liquide atteint en peu de temps la température de 70°. De là, le lait chauffé se rend dans des réfrigérants à système tubulaire alimentés par de l'eau froide ou même, pendant l'été, par de l'eau glacée.

A la sortie du réfrigérant, le lait a, en hiver, une température de 4 à 5° et, en été, de 8 à 10°.

Le lait ainsi pasteurisé est mis ensuite dans des vases très propres ; et il est expédié ; on peut ainsi le conserver pendant vingt-quatre, trente-six et même quarante-huit heures.

Grâce à l'agitation continuelle pendant l'action du chauffage, ce lait a tout à fait l'aspect du lait cru.

A vrai dire, cette opération n'est pas une stérilisation au sens vrai du mot, c'est plutôt un procédé de conservation auquel on reproche de ne pas tenir compte des contaminations possibles pendant les transvasements qui se font à l'air.

La véritable pasteurisation, pour les laits destinés à l'alimentation des jeunes enfants, doit s'effectuer sur le produit mis en flacons et conservé dans ces récipients qui seront cachetés.

M. Oppenheimer se sert, à cet effet, d'un appareil à double manteau pouvant contenir huit flacons. Celui-ci, hermétiquement fermé, est placé sur un

feu doux, d'où on le retire dès que le thermomètre, qui plonge par le couvercle dans le bain-marie, indique la température de 75°. Au bout d'une demi-heure, on enlève le couvercle, on fait refroidir les flacons dans une glacière où on les conserve.

Le dispositif de M. Coutant, qu'il désigne sous le nom de « Tutélaire », réalise également la pasteurisation dans des conditions assez pratiques. Le lait contenu dans des flacons ouverts, en verre spécial, est porté rapidement à 80° par la vapeur d'eau distendue; puis il est refroidi brusquement après bouchage des flacons. Le bouchage est suffisamment hermétique pour qu'il n'y ait plus de rentrée d'air.

En résumé, le lait pasteurisé qui est ensuite transvasé à l'air, comme on le fait dans de grandes industries laitières, ne présente pas les garanties suffisantes d'asepticité pour être employé dans l'allaitement du nourrisson.

D'autres auteurs estiment que la pasteurisation faite en vase clos donne un lait pratiquement stérile et qui pourra servir à l'allaitement artificiel, à la condition qu'il soit toujours consommé dans les vingt-quatre heures et, exceptionnellement, dans les quarante-huit heures en hiver.

Nous avons dit précédemment que les laits chauffés à 70-78° étaient privés du bacille tuberculeux ; nous devons à la vérité d'ajouter que quelques bactériologistes, tels que Lydia Rabinowitsch, Beck, annoncent qu'un lait contenant le bacille de Koch

chauffé pendant trente minutes à 80° et ensuite injecté à des cobayes, les rend tuberculeux.

De plus, certaines bactéries peptonisantes de Flugge rencontrées dans le lait, et en particulier le *Bacillus mesentericus* capable de produire des troubles digestifs chez l'enfant, résistent, suivant Jemma, à une température de 100°.

On voit donc que la pasteurisation, envisagée comme procédé de stérilisation du lait, ne peut rivaliser avec les produits autoclavés, malgré les modifications dans la composition des laits ainsi traités, surtout si l'on considère que la température de 75-80° suffit à détruire la plupart des ferments solubles du lait (lipase, ferments oxydants, etc.), à faire naître le goût de cuit et que, suivant M. Barillé, elle amène, nous l'avons déjà dit, la dissociation de cette combinaison très instable, le carbonophosphate de calcium avec mise en liberté du gaz carbonique et précipitation du phosphate calcique.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences le 1er mars 1909, MM. Victor Henri et H. Stodel ont montré que les rayons ultra-violets produits par la lampe en quartz à vapeur de mercure permettent une stérilisation complète et rapide du lait.

Ce liquide étant opaque, il est alors nécessaire de le réduire en couches très minces pour faire agir sur lui les rayons bactéricides. Nul doute que bientôt ce procédé de stérilisation, déjà pratiqué pour l'eau, sera susceptible d'être utilisé industriellement.

CONSTATATION DU CHAUFFAGE DU LAIT

Divers auteurs ont donné des réactions qui permettent de différencier le lait cru du lait bouilli. Ces réactions peuvent donc être utilisées pour s'assurer qu'un lait a été chauffé (ébullition, pasteurisation, chauffage à l'autoclave).

Le procédé le plus sensible, et en même temps le plus pratique, est celui qui a été proposé par par M. Dupouy, et recommandé ensuite aussi par M. Utz.

Cette réaction est basée sur la présence dans le lait d'un ferment oxydant découvert par M. Dupouy et auquel il a donné le nom de *Lactanaéroxydase*. Cette diastase a la propriété de décomposer l'eau oxygénée et d'en libérer l'oxygène à un état moléculaire tel qu'il peut exercer une action immédiate sur des substances facilement oxydables.

Ce ferment est détruit à la température de 80°; il perd alors ses propriétés décomposantes vis-à-vis de l'oxygène. C'est cette dernière circonstance qui permet précisément de différencier le lait cru du lait chauffé.

Comme substance oxydable par l'oxygène libéré de l'eau oxygénée dans la pratique de la réaction, M. Dupouy emploie le gaïacol cristallisé.

On fait une solution aqueuse à 1 0/0 de ce composé, et on prend un peu de ce réactif qu'on mé-

lange avec son volume de lait et une goutte d'eau oxygénée du commerce diluée au dixième.

Si le lait est cru, c'est-à-dire s'il n'a pas été chauffé, on obtient immédiatement et à froid une coloration rouge grenat. Avec les laits ayant subi l'action d'une température supérieure à 80°, le mélange reste incolore.

M. E. Saul a recommandé l'emploi du sulfate de méthylorthoamidophénol, qui donne également de bons résultats pour la constatation du chauffage des laits. Cette réaction est, comme la précédente, basée sur l'action du ferment oxydant agissant en présence de l'eau oxygénée. Voici comment on opère :

On prend 10 centimètres cubes de lait auxquels on ajoute 1 centimètre cube d'une solution de sulfate de méthylorthoamidophénol à 1 gramme pour 100, ainsi qu'une goutte d'eau oxygénée ; une belle coloration rouge apparaît dans l'espace de 30 secondes dans le cas d'un lait cru. Pour les laits chauffés, on n'observe aucune coloration ; on ne doit pas tenir compte d'une teinte plus ou moins rosée qui pourrait apparaître dans le mélange abandonné à lui-même pendant quelque temps.

Nous accordons volontiers la préférence à la technique de M. Dupouy qui utilise, comme base de son réactif, un produit que tout pharmacien possède dans son officine. Les résultats fournis par l'emploi de la solution gaïacolée sont, en outre, tout aussi précis que ceux qui sont donnés par le

réactif de M. Saul. Toutefois on pourra égalcment se servir de l'un ou l'autre des divers procédés suivants :

1° *Réaction de Storch.* — On prend 3 à 5 centimètres cubes de lait, auxquels on ajoute 2 gouttes d'une solution aqueuse de paraphénylènediaminc à 2 0/0 et 1 goutte d'eau oxygénée. Si le lait cst cru ou même si un lait chauffé est additionné de 2 0/0 de lait cru, on obtient une coloration bleue. Si le lait est acidc, coagulé, il est nécessaire, au préalable, de le saturer par de l'eau de chaux.

2° *Réaction de Louis Gaucher.* — Cet auteur a cherché un colorant permettant de distinguer le lait bouilli du lait cru, sans le concours de l'cau oxygénée. Il s'est arrêté à l'hématéine. Voici comment on cffectue cette rccherche :

On fait une solution dc $0^{gr},20$ d'hématéine pour 20 centimètres cubes d'cau distilléc ; on en versc 20 gouttes dans 20 centimètres cubes de lait cru ct autant dans 20 centimètrcs cubes dc lait bouilli (lait simplement monté, phénomène qui se produit vers 97°) ; on agitc. Le lait bouilli se décolore en quclques secondcs, lc lait cru reste coloré en rose.

La réaction du lait cuit peut être obtenue de la même façon longtcmps après que l'ébullition a cu lieu, 24 heures après, par exemple, ce qui est important dans la pratiquc. Par contrc la coloration du lait cru se conservc 24 hcures et plus, jusqu'à cc que lc développement microbien ait détruit la matière colorantc.

La décoloration amenée par le lait chauffé à l'air libre est plus ou moins rapide suivant la température à laquelle il a été porté. Avec du lait pasteurisé, c'est-à-dire chauffé, pendant un quart d'heure, à 70°, la couleur pâlit d'abord très sensiblement pour disparaître ensuite au bout d'une dizaine de minutes. Mais à partir de 80°, la décoloration est à peu près immédiate.

Si, au lieu d'employer du lait chauffé à l'air libre, on emploie du lait porté à 100° en vase clos pendant une demi-heure, la coloration persiste alors, mais elle pâlit sensiblement. Elle persiste également avec du lait stérilisé à 110°, quoique tournant souvent alors au jaune café au lait.

Comme le fait remarquer M. L. Gaucher, cette réaction à l'hématéine sert surtout à voir si le lait a subi une ébullition préalable ou s'il a été pasteurisé à 80°.

La solution colorante doit être fraîchement préparée, car elle s'altère facilement au contact de l'air.

3° *Réaction de A. Rochaix et L. Thévenon.* — Cette réaction est indiquée tout récemment pour vérifier si un lait a subi un chauffage minimum de 85° (pasteurisation ou chauffage direct). Elle est basée sur la coloration violette que donne le pyramidon en présence des oxydants. Les réactifs nécessaires sont les suivants :

1° Solution de 2 grammes de pyramidon dans 50 grammes d'eau distillée;

2° Eau oxygénée à 12 volumes ;

3° Solution aqueuse au 1/5 de sulfate de manganèse ou de chlorure de calcium ;

4° Solution d'acide acétique au 1/5.

On opère sur le lacto-sérum. Pour cela, on met dans une capsule 20 centimètres cubes de lait et on ajoute quelques gouttes de la solution d'acide acétique; on agite pour agglomérer les matières albuminoïdes coagulées. On laisse le liquide s'éclaircir par le repos et on décante sur un filtre.

On verse dans un tube à essai 2 centimètres cubes de liquide filtré, 4 à 5 gouttes d'eau oxygénée, puis 2 à 3 centimètres cubes de la solution de pyramidon. On agite vivement et on chauffe doucement. Il se produit rapidement une coloration violette, qui atteint un maximum d'intensité pour décroître et disparaître ensuite.

La rapidité d'apparition et de disparition de la coloration est fonction de la température de chauffage. Plus on chauffe, plus la coloration apparaît rapidement, est intense, et disparaît vite; mais il faut veiller à ne pas dépasser 60° ou 65°. La réaction se produit également à froid, mais s'effectue beaucoup plus lentement.

On peut renforcer la coloration en additionnant le mélange, au préalable, de la solution de chlorure de calcium ou mieux de sulfate de manganèse.

Le lait cru donne cette réaction à l'exclusion du lait cuit.

MM. Rochaix et Thévenon font remarquer que

leur réaction est analogue à celle de Storch à la paraphénylènediamine, indiquée précédemment, mais donne une coloration franche et nette, alors que la réaction de Storch passe par des teintes intermédiaires variables, du gris au bleu foncé, difficiles à apprécier. D'autre part, la solution de paraphénylènediamine a le défaut de s'oxyder facilement, au point que la solution se colore sous la seule influence de l'air, si elle est seulement préparée de la veille.

Nous devons ajouter que ces essais démontrent seulement que le lait a été chauffé à une température de 75 à 80° au moins ; mais ils ne donnent, bien entendu, aucun renseignement sur le temps de chauffe, ni sur la valeur de la stérilisation au point de vue de la destruction des germes.

Conservation du lait par les composés chimiques. — Depuis longtemps on a cherché à conserver le lait par addition de substances antiseptiques dont l'emploi est prohibé en raison de leur action nuisible sur l'organisme et des accidents d'intoxications dont ils peuvent être la cause.

Toutefois M. Von Behring, voulant conserver au lait sa qualité de *liquide vital* doué de propriétés biologiques du fait des ferments qu'il renferme, a proposé d'ajouter au lait 1/5000 à 1/10000 de *formol;* le lait ainsi préparé présenterait, au point de vue de la conservation des ferments et, en particulier, des oxydases, tous les avantages du lait cru ;

les germes pathogènes qui pourraient le souiller, sans être tués, seraient cependant arrêtés dans leur développement, et la consommation de ce lait serait susceptible de rendre des services à la puériculture.

Or, M. Trillat a entrepris toute une série d'expériences dont les résultats viennent détruire les espérances de M. Von Behring.

Cet auteur a établi que, sous l'influence de la formaldéhyde à la dose employée par M. Von Behring, la caséine se combinant avec le composé est rendue inassimilable en proportions plus ou moins considérables. De plus, tant que le lait n'est pas altéré, on y trouve de l'aldéhyde formique à l'état libre, qui, au moment de l'ingestion de cet aliment, est en contact avec la muqueuse gastrique qu'elle tanne.

Ces considérations, dit M. Trillat, suffisent à établir que l'usage de la formaldéhyde dans le lait peut présenter des dangers, surtout dans l'alimentation des jeunes nourrissons, et qu'il doit être prohibé comme les autres antiseptiques (acide salicylique, fluorure, etc.), tant que des expériences absolument démonstratives n'auront pas établi sa parfaite innocuité.

Tout récemment, M. Léo Schaps vient de montrer que l'addition de formaldéhyde, dans la proportion de 1 0/0, s'oppose au développement des ferments lactiques, mais non à celui des staphylocoques, ni des bacilles tuberculeux ajoutés au lait.

Il mentionne qu'il a trouvé, à l'autopsie d'une enfant nourrie au lait formolisé, des lésions produites par le formol, d'où il conclut à l'action toxique de cette substance, et il met en garde contre l'emploi de ce mode de conservation.

On connaît déjà depuis longtemps la valeur antiseptique de l'eau oxygénée; aussi M. A. Renard a-t-il proposé, dès 1898, l'emploi, pour la conservation du lait, d'eau oxygénée à 12 volumes à la dose de 2 0/0. Cette addition aurait l'avantage sur les antiseptiques prohibés, et qui sont plus ou moins toxiques, de ne rien laisser, dans le lait, au bout de six à huit heures, puisque cette eau oxygénée se décompose, très vraisemblablement, à la faveur d'un ferment soluble (catalase) contenu dans le lait, en eau et oxygène qui se dégage.

L'eau oxygénée doit être additionnée au lait le plus tôt possible après la traite; on abandonne le produit traité dans un endroit frais pendant sept à huit heures, et ce n'est qu'au bout de ce temps qu'il doit être livré à la consommation.

Ce lait *oxygéné* ne présente au goût et à l'odorat aucune différence avec le lait frais ordinaire. M. Renard fait remarquer que la produit n'est pas stérilisé, mais qu'il se conserve beaucoup plus longtemps que le lait ordinaire.

MM. Nicolle et E. Duclaux ont étudié l'eau oxygénée au point de vue de son action microbicide sur le lait.

L'addition à ce liquide de 1 à 2 0/0 d'eau oxygé-

née amène, dans les heures qui suivent, un abaissement considérable du nombre de bactéries. Cette action ne dure que quelques heures, huit à dix en général. Ce délai passé, la teneur en germes du lait oxygéné se relève et augmente peu à peu.

D'autre part, cette proportion d'eau oxygénée, si elle assure une plus grande conservation du lait, ne donne aucune sécurité pour la destruction des microbes pathogènes qu'il peut renfermer.

Cet antiseptique ne peut donc guère servir que pour aider à conserver le lait pendant un temps plus long; encore n'est-il pas prudent d'en autoriser l'usage, qui serait bientôt fait inconsidérément et à doses supérieures à 2 0/0.

Il est vrai que l'on pourrait s'assurer de l'addition d'une proportion trop élevée d'eau oxygénée, grâce à ce fait, précisé par l'expérience, que cet antiseptique, mélangé au lait à des doses supérieures à 2 0/0, ne disparaît plus entièrement, et alors la partie non détruite peut facilement être reconnue de la façon suivante :

On coagule, par l'acide sulfurique dilué, 40 à 50 centimètres cubes de lait, on filtre et on agite le liquide filtré dans un tube à essai avec moitié environ de son volume d'éther et quelques gouttes d'une solution aqueuse d'acide chromique. Dans le cas de la présence d'eau oxygénée, l'éther se sépare avec une coloration bleue due à la formation d'acide perchromique.

Enfin, nous répéterons que si l'eau oxygénée em-

ployée à la dose de 2 0/0 est susceptible de faciliter la conservation du lait, son emploi ne permet pas d'obtenir un produit pratiquement stérile qui puisse servir à l'alimentation du nourrisson.

Tout récemment, M. Budde, de Copenhague, a prétendu que si on n'avait pas eu de résultats aussi satisfaisants qu'on pouvait l'espérer avec les laits oxygénés, c'est qu'on n'avait pas étudié avec une attention suffisante l'action germicide secondaire de l'eau oxygénée, c'est-à-dire l'effet de l'oxygène à l'état naissant.

M. Budde a reconnu que si on ajoute au lait froid une petite quantité d'eau oxygénée, 0,05 0/0 par exemple, et qu'on chauffe immédiatement le produit ainsi traité en vase clos et à une température de 50° pendant sept à huit heures, on obtient un lait stérilisé.

Voici la description de la méthode de stérilisation de Budde :

Il recommande, en premier lieu, de ne point porter le lait à une température trop basse dans le but de le conserver en attendant la stérilisation ; le froid excessif détruit, en effet, les propriétés antibactériennes naturelles du lait. On se contente d'amener le lait à la température de l'eau. La stérilisation est faite aussitôt que possible après la traite.

Le lait est tout d'abord chauffé à 50° et on l'introduit dans un appareil à centrifugation. Cet appareil débarrasse le lait de ses impuretés bien

mieux qu'un filtre, et fait disparaître les nombreuses bactéries adhérant aux parcelles de nature étrangère et aux débris de tissu animal qu'on trouve toujours dans le lait. L'expérience a démontré que ces bacilles qui adhèrent aux impuretés sont les plus résistants.

Ainsi, le lait d'une vache tuberculeuse contenant beaucoup de débris cellulaires provenant du pis de la vache sera plus facile à stériliser qu'un lait dans lequel on a introduit des cultures de bacille de Koch; or l'on sait que le lait tuberculeux n'est pas rendu absolument stérile par l'ébullition. A la suite de la centrifugation, il se forme un culot d'impuretés assez important, ce qui montre bien que les avantages de ce procédé ne sont pas seulement théoriques.

Le lait ainsi débarrassé de ses impuretés est versé dans une cuve contenue dans une autre cuve plus grande; entre les parois de ces deux cuves, on fait circuler de la vapeur d'eau de manière à pouvoir élever la température du lait. Aussitôt que ce dernier est introduit dans la cuve, ou même un peu avant, on y verse une petite quantité d'eau oxygénée; ce liquide, à petites doses, n'offre aucun inconvénient, et voici pourquoi : toute cellule vivante contient de *la catalase*, enzyme décomposant l'eau oxygénée en eau et oxygène ; sa présence dans quelque milieu que ce soit rend impossible le séjour de l'eau oxygénée dans une cellule vivante. L'eau oxygénée, contrairement à tous les autres

antiseptiques, ne peut donc être absorbée par l'organisme ; elle est invariablement décomposée avant d'avoir traversé les parois de l'intestin.

D'innombrables expériences ont d'ailleurs démontré l'innocuité de l'eau oxygénée absorbée par la bouche. Le lait étant chauffé à 50°, la catalase qu'il contient peut décomposer 0,035 0/0 d'eau oxygénée. Cette dernière possède un pouvoir bactéricide considérable puisque, d'après Waldemar Bie, 1.000 bactéries sont tuées par 84 millioniêmes de décimilligramme d'eau oxygénée. Mais la catalase du lait donne lieu à une action bactéricide encore plus considérable au contact de l'eau oxygénée, grâce à la formation de l'oxygène à l'état naissant ; c'est ce que l'on pourrait appeler l'action germicide secondaire de l'eau oxygénée. Cette action se produit dans les meilleures conditions à la température de 50°, qui n'est pas suffisante pour altérer le lait.

La cuve dans laquelle on mélange le lait et l'eau oxygénée est construite de préférence en faïence ou en cuivre étamé, de façon à ce que sa surface interne soit parfaitement lisse. Elle est pourvue d'un agitateur mécanique destiné à maintenir l'homogénéité du mélange en fonctionnant à intervalles réguliers. Le lait est maintenu pendant trois heures dans la cuve à la température de 50°, puis il est conduit par des tuyaux stérilisés dans des vases où il est refroidi aussitôt. Budde a démontré que la quantité d'eau oxygénée que le lait peut

décomposer suffit pour assurer une stérilisation complète.

L'avantage de l'eau oxygénée, c'est qu'elle détruit les toxines en ménageant les antitoxines. Sieber et Lœwenstein ont démontré, en effet, que, dans un mélange neutre de toxines et antitoxines diphtéritiques, ces dernières sont mises en liberté par l'eau oxygénée.

Le lait stérilisé par la méthode de Budde est absolument débarrassé des microbes pathogènes spécifiques et de toute matière étrangère. Il peut se conserver beaucoup plus longtemps que le lait ordinaire, dont il a conservé, d'ailleurs, la plupart des propriétés : les ferments tryptique et peptique et les lipases sont inaltérés.

Les oxydases, il est vrai, sont détruites ; mais, comme elles n'existent pas dans le lait de femme, ce fait ne paraît pas avoir une grande importance.

En somme, Budde considère sa méthode comme le procédé de choix pour la stérilisation du lait en grande quantité.

On a effectué de nombreuses expériences bactériologiques sur les laits « buddisés » tant à Copenhague qu'à Berlin et à Londres; les résultats ont été satisfaisants et concordants. Le coli-bacille, le bacille typhique, celui de la diphtérie ont été détruits après une heure; le bacille de Koch disparaît après trois ou quatre heures.

La consommation du lait « buddisé » a été déjà pratiquée dans certains hôpitaux et dans quelques

cliniques de Danemark et de Suède; sa saveur en tout semblable à celle du lait frais, et sa digestion facile, ont encouragé son emploi dans les gastro-entérites chez les nourrissons et aussi chez les adultes.

CHAPITRE XVIII

LAITS MATERNISÉS OU HUMANISÉS STÉRILISÉS LAITS HOMOGÉNÉISÉS

Au point de vue de sa composition, le lait de vache diffère de celui de la femme; ainsi le premier contient généralement le double environ de caséine et 30 à 40 0/0 de substances minérales en plus que le second; d'autre part, le lait de femme est plus riche en lactose dont la proportion est supérieure de 10 à 15 0/0 par rapport à la quantité existant normalement dans le lait de vache.

Il y a plus, la caséine du lait de femme est différente de celle du lait de vache; la caséine du premier est un peu moins riche en azote; par la coagulation, elle se réunit en flocons légers qui se dissolvent plus facilement dans le suc gastrique que les flocons épais et denses du lait de vache.

En raison des différenciations qui existent entre ces deux laits, on a cherché, pour l'allaitement artificiel, de modifier la composition du lait de vache de façon à obtenir un produit se rapprochant le plus du lait de la femme.

Ces laits ainsi modifiés portent le nom de laits *humanisés* ou de laits *maternisés*.

De nombreuses tentatives ont été faites dans cet ordre d'idées; nous n'avons pas la prétention de décrire toutes les modifications qui ont été proposées; nous nous contenterons de citer seulement celles qui peuvent être demandées au pharmacien à qui incombe le soin de préparer un lait modifié aussi stérile que possible.

Nous décrirons donc les procédés de préparation des laits maternisés les plus importants, en les classant d'après l'ordre chronologique où ils ont été publiés.

Tout d'abord, disons un mot des *laits coupés d'eau*.

On sait que, pour l'alimentation du nouveau-né, on prescrit du lait étendu d'abord de moitié et, ensuite, d'un tiers d'eau lactosée. Or, l'industrie prépare, déjà depuis quelque temps, des laits coupés qu'elle stérilise et délivre en flacons de 60 et de 125 grammes.

La préparation de ces laits étendus s'effectue en additionnant du lait frais, de bonne qualité et autant que possible aussitôt après la traite, d'une solution de lactose à 10 0/0 dans la proportion de 2 parties de lait pour 1 partie de solution lactosée (Marfan). Les laits ainsi modifiés sont mis en flacons de 60 à 120 grammes, à fermeture canette, et on stérilise à l'autoclave à 105°.

Préparation des laits humanisés ou maternisés. — 1° *Procédé de M. Vigier.* — Ce procédé consiste, en principe, à prendre du lait de vache de bonne qualité, ce dont on s'assure au préalable par l'analyse et on enlève la proportion de caséine excédant celle du lait de femme, tout en lui laissant les autres éléments, beurre, lactose et sels minéraux.

Au point de vue pratique, voici comment on prepare ce lait humanisé, dit aussi lait décaséiné : le lait frais, dont on connaît par l'analyse la proportion de caséine, est divisé en deux parties telles que l'une contienne la quantité de caséine équivalente à celle qui se trouverait, dans un volume de lait de femme égal à celui traité.

Cette quantité est mise de côté et on précipite dans la partie restante la totalité de la caséine au moyen de la présure ou d'un acide.

Quand la précipitation est terminée, on passe pour séparer le petit lait du caillot et le liquide obtenu est mélangé à la portion mise de côté.

Ce lait ainsi décaséiné, dont la composition quantitative, surtout au point de vue de la matière albuminoïde principale, se rapproche de celui de la femme, est ensuite distribué en flacons et stérilisé à l'autoclave.

2° *Procédé de M. Léon Duffour. — Perfectionnement de M. Eury.* — On prend un vase de 2 litres, fermé par un capuchon de caoutchouc et muni à sa partie inférieure d'un bouchon de caoutchouc traversé par un tube de verre à robinet. On met

dans ce vase la quantité de lait nécessaire à l'enfant pour une journée.

Le récipient est abandonné au repos, dans un endroit frais, pendant quatre heures. Le lait s'est séparé en deux couches, l'une supérieure, la crème, l'autre, inférieure, le lait écrémé.

On fait écouler par le robinet inférieur un tiers du lait écrémé ; on a ainsi diminué d'un tiers la quantité de caséine, de sels minéraux et aussi de lactose.

Le volume du liquide décanté est remplacé par un égal volume d'une solution aqueuse de lactose à 35 grammes pour 1.000 et contenant également par tétée 1 gramme de chlorure de sodium.

Le mélange est agité pour rétablir l'émulsion et on le répartit en flacons de 60 à 120 grammes.

On procède ensuite à la stérilisation par la vapeur sous pression a 102°.

M. Eury a apporté un perfectionnement au procédé de M. Léon Duffour: sa méthode a l'avantage de pouvoir être utilisée dans les petites exploitations, et elle donne un produit à l'abri de toute chance de contamination venant de l'extérieur.

Le lait, aussitôt après la traite, est reçu dans un grand récipient en verre ou en tôle émaillée susceptible d'être fermé hermétiquement et soumis immédiatement à une stérilisation au bain-marie pendant trois quarts d'heure, puis on abandonne au repos pendant douze heures.

Nous ferons remarquer que ce premier chauffage

du lait ne sert qu'à le conserver pendant que la crème se sépare. On a, en outre, le temps de faire l'analyse du lait sur un échantillon prélevé d'avance. Après les douze heures d'attente, l'expérience démontre que, dans ces conditions, la matière grasse séparée était toujours égale aux 3/5 de la totalité du beurre contenu dans le lait primitif.

Au moyen d'un siphon, on décante une certaine partie du lait, dont la quantité est déterminée comme il sera dit plus loin, et on le remplace par une solution de lactose. Le mélange est brassé, réparti dans des bouteilles et stérilisé à l'autoclave.

Connaissant la quantité du lait donnée par l'analyse, il est facile, par le calcul, de déterminer la quantité de lait écrémé qu'il faut enlever et remplacer par une solution de lactose, pour avoir un lait dont la composition se rapproche de celle du lait de femme, sachant que les 3/5 du beurre sont réunis à la surface.

Avec les laits moyens, on soutire environ 40 0/0 du volume total qu'on remplace par un volume égal d'une solution aqueuse de lactose à 70 0/00.

Le lait maternisé ainsi préparé contient de 18 à 20 grammes de caséine par litre et 32 à 35 grammes de beurre.

3° *Procédé de M. Gaertner.* — La préparation de ce lait maternisé exige un outillage tout spécial et, en particulier, une écrémeuse-centrifugeuse tournant à 7.000 tours à la minute.

Sous l'influence de cette action centrifuge, la crème se rassemble vers le centre de l'appareil, tandis que le petit-lait, plus lourd, se rend à la périphérie. Des robinets, placés l'un au centre, l'autre à la partie extérieure, permettent de recueillir soit le lait gras (crème), soit le lait maigre (petit-lait et caséine).

Le point important est de connaître la teneur en beurre du lait traité, et on procède ensuite à la préparation du lait maternel de Gaertner. On additionne le lait d'une quantité d'eau stérilisée telle que la proportion de caséine par litre soit de 20 grammes environ. On centrifuge. Par le robinet de la partie centrale de l'appareil, on recueille une quantité telle de lait gras qu'il contienne la proportion de beurre égale à celle qui se trouve normalement dans le lait de femme.

Ce lait gras renferme moitié moins de caséine, car le lait maigre ou petit-lait en retient la moitié, et il est appauvri en lactose ; aussi doit-on y ajouter 20 à 25 grammes de sucre de lait par litre.

Ce lait modifié est ensuite réparti en flacon de 125 à 250 grammes et stérilisé à 105° pendant vingt-cinq minutes.

Il doit être utilisé très rapidement, car le beurre se rassemble à la surface et on a quelque peine à l'émulsionner à nouveau ; on emploie pour cela le chauffage à 40° et l'agitation ; consommé à cette température, il est à peu près dans les mêmes conditions que le lait de femme.

Après stérilisation, le lait de Gaertner est blanc jaunâtre, d'un goût agréable; sa densité varie de 1,016 à 1,018.

On reproche à ce lait maternisé d'être dépouillé d'une certaine quantité de substances minérales qui restent dans le petit-lait. D'autre part, les globules graisseux sont en partie rassemblés et ne sont plus à l'état de division extrême qui caractérise une émulsion complète.

Procédé de M. Backhaus. — M. Backhaus, de Kœnigsberg, enlève au lait de vache son excès de caséine au moyen du ferment-lab, et il provoque, par l'addition de trypsine, une peptonification partielle de la caséine restant en dissolution.

Voici pratiquement le détail des opérations de la préparation du lait Backhaus tel que l'a relaté M. Henri de Rothschild :

« Le lait, sitôt trait, est pasteurisé. Une fois refroidi, il est écrémé à l'écrémeuse-centrifugeuse ; le petit-lait, entièrement débarrassé des principes gras par l'écrémage, est placé dans une bassine où il est chauffé à 35°, mélangé à une dose déterminée de ferment-lab.

« Le lait subit l'action du ferment pendant vingt-cinq minutes environ. Au bout de ce temps, une partie de la caséine, à peu près 50 0/0, contenue dans le petit-lait, se précipite sous forme de petits grumeaux ; le reste de la caséine reste en dissolution dans le petit-lait sous forme de propeptone (ou plutôt d'albumoses), c'est-à-dire de caséine en partie digérée.

« Après la fermentation trypsique, le petit-lait repasse au travers d'un tamis très fin qui laisse passer le petit-lait et arrête les grumeaux de caséine coagulée.

« Le petit-lait est ainsi décaséiné en proportions voulues; il y reste environ 18 0/0 de caséine. Mais le lait a été préalablement décrémé. On prélève alors sur la crème la quantité de beurre nécessaire, correspondant au taux normal, indiquée par l'analyse du lait de femme. Celui-ci, additionné de la quantité nécessaire de lactose (20 à 25 grammes par litre), est mélangé au petit-lait au moyen de l'appareil centrifugeur.

« On décante le lait ainsi obtenu dans des flacons gradués que l'on bouche à l'aide d'une capsule de caoutchouc, analogue à celle de l'appareil de Soxhlet; on les stérilise ensuite dans un autoclave à la température de 105° maintenue pendant vingt-cinq minutes. »

Telles sont les diverses méthodes de préparation des laits humanisés et maternisés employées dans l'industrie.

En raison de ses connaissances en chimie, le pharmacien est tout désigné pour procéder à leur obtention dans les meilleures conditions possibles au point de vue de la pureté des produits.

Nous leur rappellerons qu'il est de toute nécessité, pour avoir des laits modifiés irréprochables, d'opérer sur des laits de bonne qualité immédiatement après la traite.

D'autre part, on ne saurait trop recommander de consommer les laits humanisés ou maternisés dans les vingt-quatre heures, ou dans les quarante-huit heures au plus qui suivent leur préparation. Après ce délai, le beurre se rassemble en grumeaux plus ou moins compacts et, malgré une agitation énergique, on ne peut rétablir l'émulsion détruite.

PRÉPARATION DES LAITS HOMOGÉNÉISÉS

Sous le nom de lait *homogénéisé*, ou de lait fixé, on désigne les laits traités de telle façon que l'émulsion de la matière grasse reste durable en poussant à l'extrême la division des globules graisseux de telle façon que leur force ascensionnelle, qui est proportionnelle au cube de leur rayon, devienne pratiquement nulle.

Ce lait ainsi homogénéisé et stérilisé peut facilement être conservé, subir les voyages sans se séparer, c'est-à-dire que la crème ne se rassemble pas ou ne se rassemble qu'au bout d'un temps très long.

Cette homogénéisation du lait s'effectue au moyen de l'appareil de M. Gaulin, lequel se compose de trois corps de pompe qui, par aspiration d'abord et refoulement ensuite, projettent le lait, avec une pression de 250 à 300 kilogrammes, à travers une pièce appelée bec.

Ce bec est constitué par un plan d'agate, à surface absolument lisse, fortement appliquée, au moyen d'un ressort réglable à volonté contre le fond d'une

filière percée d'un orifice central de 5 à 7 dixièmes de millimètre de diamètre.

Le lait projeté par les pompes passe par l'orifice, et les globules graisseux se brisent, se fragmentent en tombant sur la surface lisse du plan d'agate et en passant entre le fond et ledit plan d'agate.

Ce dernier passage reduit le lait en une lame extrêmement mince et concourt à homogénéiser le lait par transformation en globules extrêmement fins.

Plus récemment, M. Gueritault a construit une machine à fixer dont la partie principale est constituée par des disques à faces parfaitement dressées et parallèles, mais présentant deux ou trois canaux concentriques et de nombreuses rainures rayonnantes qui relient entre eux deux canaux successifs.

Ces disques sont empilés autour d'une pièce centrale évidée en croix qui les maintient et joue le rôle de collecteur.

On peut faire varier le nombre des disques suivant qu'on désire modifier le débit. Le lait passe au travers de la pile, de l'extérieur vers l'intérieur. Les globules sont étirés, puis brisés par les angles des canaux en changeant brusquement de direction sous l'action de la pression.

L'homogénéisation du lait a lieu à chaud à une température de 75° à 85°; il est donc pasteurisé.

Ce lait ainsi fixé ne présente d'après M. Eury, aucune modification dans sa composition chimique. Les résultats cliniques dans l'alimentation des nourrissons seraient excellents.

CHAPITRE XIX

DÉSINFECTION DES LOCAUX CONTAMINÉS

A notre avis, il n'est pas hors de propos de traiter ici de la pratique de la désinfection des locaux contaminés par les maladies contagieuses et, comme le dit justement M. Ed. Bonjean, il appartient au pharmacien d'aider les pouvoirs publics dans l'application de la loi de protection de santé publique en faisant connaître ce qu'est la désinfection et comment elle peut et doit être appliquée ; souvent même cette opération sera effectuée avec le concours du pharmacien ou sous son contrôle.

La désinfection dans tous les cas de maladies contagieuses est rendue obligatoire par application de la loi du 15 février 1902. Un décret en date du 10 février 1903 mentionne les maladies contagieuses, pour lesquelles la déclaration médicale à l'autorité publique et la désinfection sont obligatoires. Cette première liste comprend :

1° La fièvre typhoïde ;

2° Le typhus exanthématique;

3° La variole et la varioloïde ;

4° La scarlatine ;
5° La rougeole ;
6° La diphtérie ;
7° La suette militaire ;
8° Le choléra et les maladies cholériformes ;
9° La peste ;
10° La fièvre jaune ;
11° La dysenterie ;
12° Les infections puerpérales et l'ophtalmie des nouveau-nés, lorsque le secret de l'accouchement n'a pas été réclamé ;
13° La méningite cérébro-spinale épidémique.

Ce même décret relate une seconde liste de maladies pour lesquelles la déclaration et la désinfection sont facultatives. Ce sont :
14° La tuberculose pulmonaire ;
15° La coqueluche ;
16° La grippe ;
17° La pneumonie et la broncho-pneumonie ;
18° L'érysipèle ;
19° Les oreillons ;
20° La lèpre ;
21° La teigne ;
22° La conjonctivite purulente et l'ophtalmie granuleuse.

Par un décret du 10 juillet 1906 portant règlement d'administration publique sur les conditions d'organisation et de fonctionnement du service de désinfection et en vertu de la circulaire ministé-

rielle du 28 juillet 1908, les villes de plus de 20.000 habitants, sont chargées par l'intermédiaire de leur bureau d'hygiène, de ce service de désinfection.

Pour l'ensemble des communes de moins de 20.000 habitants, la pratique de la désinfection doit être faite par un service départemental organisé à cet effet.

La loi du 15 février 1902 stipule que les procédés de désinfection doivent être approuvés par le ministre de l'Intérieur, après avis du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

Un décret en date du 7 mars 1903 a établi les dispositions concernant l'examen et le contrôle des appareils de désinfection, et en raison de son importance pour ceux qui sollicitent ce certificat de vérification relativement à l'efficacité d'un appareil de désinfection, nous reproduisons les principales dispositions de cette loi :

Article premier. — Les appareils, destinés à la désinfection déclarée obligatoire par le paragraphe 1er de la loi du 15 février 1902, sont soumis au point de vue de la vérification de leur efficacité, aux dispositions du présent règlement.

Art. 2. — Aucun appareil ne peut être employé à cette désinfection avant d'avoir été l'objet d'un certificat de vérification délivré par le ministre de l'Intérieur après avis du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

Les appareils conformes à un type déjà vérifié

ne peuvent être mis en service qu'après délivrance par le préfet, sur le rapport de la Commission sanitaire de la circonscription, d'un procès-verbal de conformité.

Ils doivent porter une lettre de série correspondant au type auquel ils appartiennent et un numéro d'ordre dans cette série.

Art. 3. — La demande de vérification est accompagnée des plans de l'appareil, de sa description et d'une notice détaillée faisant connaître sa destination et son mode de fonctionnement.

Le ministre de l'Intérieur adresse la demande et les pièces annexées au Comité consultatif d'hygiène publique de France.

Art. 4. — La section compétente du Comité fait procéder, en présence du demandeur ou de son représentant, aux expériences nécessaires pour vérifier l'efficacité de l'appareil.

Si l'appareil se trouve hors de Paris, la section compétente peut désigner, pour procéder aux expériences, un ou plusieurs délégués choisis parmi les membres du conseil d'hygiène départemental ou des commissions sanitaires du département.

Les procès verbaux des expériences sont communiqués aux intéressés; ceux-ci ont un délai de quinze jours pour adresser leurs observations au président du Comité.

Après l'expiration de ce délai, la section compétente émet son avis. Cet avis est transmis, avec les procès-verbaux des expériences, au ministre de l'Intérieur qui statue.

Art. 5. — La décision du ministre est notifiée à l'intéressé, qui, si elle est défavorable, a un délai de deux mois à partir de cette notification pour réclamer une nouvelle vérification de son appareil.

Art. 6. — Il est procédé à cette nouvelle vérification par le Comité en assemblée générale. Le président désigne un nouveau rapporteur, et, dans le cas du deuxième paragraphe de l'article 4, un ou plusieurs nouveaux délégués. La procédure est celle qui est prévue à l'article 4, la section compétente étant remplacée par l'Assemblée générale du Comité.

La décision du ministre est notifiée à l'intéressé.

Art. 7. — En cas de décision favorable, le certificat de vérification délivré par le ministre de l'Intérieur est accompagné des pièces visées au paragraphe 1er de l'article 3.

Art. 8. — Tout détenteur d'un appareil vérifié ou dont le type a été vérifié conformément aux prescriptions de l'article 2 doit adresser au préfet une déclaration accompagnée de la copie du certificat de vérification et des pièces désignées au paragraphe 1er de l'article 3 et indiquant, s'il y a lieu, la lettre de série et le numéro d'ordre de l'appareil. Cette déclaration est enregistrée à sa date. Il en est délivré récépissé. Elle est communiquée sans délai à la commission sanitaire de la circonscription.

S'il s'agit d'un appareil ayant fait lui-même l'objet d'un certificat de vérification, le préfet, sur le

rapport de la Commission sanitaire, délivre au détenteur un certificat d'identité.

S'il s'agit d'un appareil conforme à un type déjà vérifié, le procès-verbal prévu par le paragraphe 2 de l'article 2 du présent décret constate cette conformité.

Art. 9. — Les attributions conférées aux préfets par l'article précédent sont exercées à Paris par le préfet de la Seine.

Art. 10. — Les intéressés doivent fournir la main-d'œuvre et tous les objets nécessaires aux expériences de vérification et de contrôle.

Conformément à ces dispositions, les demandes d'approbation de procédés et de vérification d'appareils doivent être adressées au ministre de l'Intérieur, accompagnées des indications, notices et pièces qui sont mentionnées dans ce règlement. Les expériences nécessaires sont effectuées par les soins du laboratoire du Comité consultatif d'hygiène publique de France, sous la direction et le contrôle de la section compétente de cette assemblée; un programme défini relatant les expériences auxquelles sont soumis les différents appareils de désinfection a été établi; ce programme permet de s'assurer de l'efficacité des procédés de stérilisation vis-à-vis des cultures peu résistantes et de cultures très résistantes sporulées disposées dans des conditions différentes d'accès à l'agent antiseptique.

DÉSINFECTION DES LOCAUX CONTAMINÉS ET DE LEUR CONTENU

La désinfection d'un local contaminé consiste à détruire tous les germes nocifs qui s'y trouvent par l'action d'un agent antiseptique pénétrant non seulement en surface, mais aussi en profondeur. Cet agent antiseptique doit être choisi de telle façon qu'il ne soit pas nocif, qu'il rende le local habitable le plus tôt possible et que pour un local meublé il n'ait aucun effet de détérioration.

Désinfection en surface. — Dans les logements nus, dépourvus de papiers, de tentures et de tapis, on fait les lavages des murs et des parquets avec des solutions antiseptiques.

Il est bon, au préalable, de faire un lavage à la brosse avec de l'eau de savon ou une solution chaude de cristaux de soude, la solution désinfectante est ensuite appliquée au pinceau en ayant soin de bien mouiller toutes les parties du mur et de plancher.

Les murs blanchis à la chaux ou à la colle sont badigeonnés à nouveau avec un lait de chaux fraîchement préparé ou repeints à la colle.

Voici les solutions antiseptiques qui peuvent être employées :

1° Le crésylol sodique en solution aqueuse à 4 0/0 ;

2° Le lait de chaux récemment préparé à 20 0/0;

3° L'eau de Javel, ou hypochlorite de soude, diluée à 1 pour 50;

4° Le chlorure de chaux fraîchement préparé à la dose de 20 grammes par litre d'eau;

5° Le sublimé corrosif (1 gramme de ce sel dans 1 litre d'eau additionné de 10 grammes de chlorure de sodium);

6° Le sulfate de cuivre à la dose de 50 grammes par litre;

7° L'aldéhyde formique à 20 grammes par litre; c'est-à-dire la solution officinale de formol étendue de son volume d'eau.

Lorsque les locaux sont tapissés et garnis de meubles, l'emploi des lavages avec des solutions antiseptiques n'est pas possible; on a alors recours à la désinfection au moyen de l'aldéhyde formique gazeuse.

Cette aldéhyde présente l'avantage de n'altérer ni les métaux, ni les couleurs, de n'être pas toxique et de jouir, suivant Trillat, d'un pouvoir désinfectant sensiblement double de celui du sublimé. Elle présente néanmoins l'inconvénient de se polymériser facilement, lorsque la température s'élève au-dessus de 21°, en donnant du trioxyméthylène, qui ne possède plus aucune action désinfectante.

Pour que la désinfection soit efficace, il est nécessaire que la quantité d'aldéhyde formique produite à l'état de vapeur soit au minimum de 2gr,50 par mètre cube et que la durée d'ac-

tion du désinfectant soit de sept heures au minimum.

La production de ces vapeurs de formol est faite au moyen de l'un des nombreux appareils officiellement autorisés par le ministre de l'Intérieur. L'un des premiers qui a été utilisé est l'autoclave formogène de Trillat, composé d'un autoclave muni d'un tube capillaire de dégagement assez étroit pour permettre son introduction dans le trou d'une serrure.

On introduit dans l'autoclave une solution de *formochlorol*, c'est-à-dire une solution aqueuse d'aldéhyde formique de densité 1,075, dans laquelle on a fait dissoudre assez de chlorure de calcium cristallisé pour que la densité soit de 1,200.

L'addition de ce dernier sel est destinée à empêcher la polymérisation du formol.

On chauffe l'autoclave de façon à ce que la pression soit entre 3 et 4 atmosphères, et le jet de gaz s'échappe par le tube pénétrant dans la serrure de la pièce à désinfecter.

D'autres appareils présentent des dispositifs un peu différents ; presque tous utilisent l'aldéhyde formique lancée en vapeurs ou même pulvérisée en employant la solution commerciale ; certains se servent du trioxyméthylène dépolymérisé par un courant d'air chaud, de pastilles ou de cartouches de trioxyméthylène rendues combustibles et dont le composé donne naissance alors à du formol, ou du formol additionné de diverses substances.

On a imaginé aussi des appareils qui, laissés dans les chambres, marchent sans surveillance.

Le nombre des appareils autorisés s'augmente chaque jour : nous ne pouvons les citer tous; signalons seulement, en outre de l'autoclave formogène de Trillat, le « Crobit », les autoclaves de Marot, Lequeux, les appareils formolateurs Hélios, le Fumigator Gonin, l'appareil de Lingner, etc., etc. Pour chacun de ces appareils, des instructions sont données par les fabricants pour la marche dudit appareil, pour la quantité de produit microbicide à employer suivant la grandeur des locaux, pour le temps que doit durer l'opération, instructions qui doivent être exactement suivies afin que la stérilisation soit efficace.

Nous avons vu précédemment pour que la désinfection puisse se réaliser, qu'il était nécessaire que les vapeurs de formol agissent pendant au moins 7 heures; il faut, de plus, que la température du local à désinfecter soit de 18 à 20°.

Toutes les ouvertures qui communiquent avec le dehors, ou les autres parties de l'appartement doivent être calfeutrées hermétiquement avec des bandes de papier collées à la colle de pâte; on doit fermer les clefs de tirage des cheminées et poêles, boucher les trous de serrure et les joints des portes et fenêtres.

Lorsque le temps de contact des vapeurs désinfectantes aura été suffisant, on ouvre la porte du local et on ventile avec soin.

Si l'on désire que la pièce soit rendue habitable le même jour où l'on a effectué la désinfection, on laisse évaporer sur des assiettes de l'ammoniaque à 25 0/0 qui forme avec l'aldéhyde formique, de l'hexaméthylènetétramine, $C^6H^{12}Az^4$, composé blanchâtre assez soluble dans l'eau et qui se dépose sous forme d'une poudre fine qu'on enlève avec un linge humide. Après une dernière aération de deux heures, le local peut être habité.

Dans les locaux d'une certaine dimension, la diffusion des vapeurs de formol est souvent inégale et nous avons eu l'occasion de constater que, dans certains endroits éloignés du foyer producteur d'aldéhyde formique, la désinfection était souvent inefficace. Aussi a-t-on imaginé certains dispositifs qui, placés à l'intérieur de la pièce à désinfecter, brassent l'air au moment de la projection des vapeurs de formol pour répartir uniformément l'agent antiseptique.

En tout cas, si on emploie des appareils formogènes marchant seul et mis dans la pièce, il est préférable de mettre plusieurs foyers de production d'aldéhyde formique pour que la désinfection soit aussi parfaite que possible.

Quelques auteurs ont prétendu qu'un certain degré d'humidité dans le local à désinfecter était nécessaire pour l'efficacité de l'opération; or, M. Bonjean estime qu'il y a toujours assez de vapeur d'eau dans l'atmosphère pour assurer la désinfection et qu'il n'est pas utile de surcharger artificiellement

l'air de vapeur d'eau, ce qui a l'inconvénient d'altérer un grand nombre d'objets sans bénéfice pour l'efficacité de la désinfection.

Désinfection en profondeur. — Lorsque les objets de literie, matelas, traversins, couvertures ont été souillés par des liquides septiques, qui ont pénétré dans leur intérieur, il faut opérer la désinfection dans leur profondeur. On doit alors avoir recours à une technique différente pour obtenir une asepsie complète.

On se sert soit des étuves dans lesquelles on emploie la vapeur sous pression avec détentes successives pour chasser l'air (Étuves Geneste-Herscher et Cie), ou les étuves à circulation de vapeur sous pression (système Vaillard et Besson), soit des étuves et chambres à aldéhyde formique dans lesquelles le produit microbicide agit tantôt sous l'action du vide, tantôt sous pression à des températures variables suivant les modèles (étuves Dehaître, Fournier, Geneste-Herscher et Cie, Berlioz, Lequeux, etc. [1]).

La plupart de ces appareils coûteux et importants sont difficilement mobilisables ; aussi la désinfection en profondeur ne peut être généralement faite que dans les postes de désinfection. Toutefois il est juste de dire que l'on tend à mettre en service

1. Tous ces appareils sont munis, au point de vue de leur efficacité, du certificat de vérification délivré par le ministre de l'Intérieur, après avis du Comité consultatif d'hygiène de France.

maintenant des étuves démontables qui peuvent être transportées à domicile.

Un mot, en terminant sur les précautions à prendre pour le transport des objets de literie, des vêtements souillés au poste de désinfection. Tous les objets à désinfecter doivent être enveloppés dans des linges ou des sacs arrosés d'une solution désinfectante ; une voiture spéciale doit être réservée à leur transport.

Une fois la désinfection faite par passage à l'étuve, les objets désinfectés sont rapportés par une autre voiture qui ne s'occupe que du transport des objets stériles.

DÉSINFECTION DES VÊTEMENTS

Les vêtements qui ne peuvent supporter l'action de la vapeur d'eau sous pression, ni celle des vapeurs de formol à haute température dans les étuves à désinfection peuvent être soumis au traitement suivant, indiqué par Langhlin, de New-York :

On fait usage d'un mélange formé de 75 parties d'une solution de formol à 40 0/0 et de 25 parties d'acide phénique.

Les vêtements sont étendus sur des cordes et on imbibe un drap avec le mélange désinfectant, on ferme la pièce et on laisse en contact avec les vapeurs pendant 12 heures; au bout de ce temps, la désinfection est complète. Il suffit de 250 cen-

timètres cubes du mélange pour une chambre d'environ 30 mètres cubes, et un drap absorbe environ 180 centimètres cubes de la solution antiseptique.

Alors que la puissance de pénétration des vapeurs de formol est pour ainsi dire nulle, celle des vapeurs de formol-phénol, suivant Langhlin, est au contraire telle que les matelas ou les piles de vêtements sont entièrement traversés par le mélange antiseptique et que la désinfection est complète.

DÉSINFECTION DES LINGES

Les linges souillés par les malades atteints d'affections contagieuses doivent être, avant le blanchissage, mis dans des sacs en toile susceptibles de pouvoir facilement être stérilisés ou, à défaut, enfermés dans de grands draps.

Ces linges sont plongés dans une solution d'eau de Javel à 1 pour 50.

On peut aussi, comme le recommandent P. Desfosses et L. Lagane, mettre les linges souillés dans une solution à 4 0/0 du mélange suivant :

Crésyline..................	50 parties
Lessive de soude...........	50 —
Savon noir.....:...........	20 —

ou mieux dans la solution, employée à l'Institut Pasteur, portée à 50 ou 60° et composée de :

Crésylol	5 gr.
Carbonate de soude.............	5 —
Savon noir.....................	3 —

On met dans un baquet la quantité de liquide strictement nécessaire pour mouiller le linge, et chaque fois qu'on ajoute de nouvelles pièces, on verse une petite quantité de la solution antiseptique portée à la température de 50 à 60° (P. Langlois).

Le linge, qui a subi une semblable macération de 6 heures au minimum, peut être soumis à l'essangeage, puis au lessivage qui complète la stérilisation et détruit tous les éléments pathogènes.

CONTROLE DE LA DÉSINFECTION

Il est inutile de démontrer la nécessité du contrôle de la désinfection, contrôle qui peut s'exercer soit pour étudier l'efficacité d'un procédé de désinfection, soit pour s'assurer que l'opération faite par un service quelconque a été faite dans des conditions telles que la collectivité puisse trouver toutes les garanties pour la protection de la santé publique.

Ce contrôle s'effectue au moyen de *tests* bactériologiques et chimiques que l'on place dans les locaux à désinfecter.

Les *tests bactériologiques* sont constitués par des bandelettes de papier à filtrer ou d'étoffes imprégnées avec des cultures pures de différents microbes pathogènes : bacilles de la diphtérie, bacilles typhiques, le colibacille, le staphylocoque, des spores de charbon, de subtilis, des bacilles de Koch.

Ces bandelettes sont desséchées à une température de 30° environ et sont placées dans des tubes en verre ouverts aux deux extrémités et bouchés à l'ouate. Une partie de ces tubes est conservée comme témoin, les autres sont placés à différents endroits et à différentes hauteurs dans la pièce à désinfecter.

Pour étudier l'action pénétrante des vapeurs antiseptiques, ces tests sont placés dans les poches des vêtements, dans l'intérieur des matelas, sous les couvertures, etc.

La disposition de ces tests est due à MM. Calmette et Rolants, qui préfèrent ces cultures *sèches* aux cultures *humides*, qui sont plus facilement accessibles à l'action microbicide de faibles doses d'antiseptiques.

Lorsque la désinfection est terminée, ces tests qui sont, nous le rappelons, fermés aux deux extrémités par des tampons d'ouate, peuvent être sans inconvénient transportés au laboratoire où, avec les précautions indiquées en pareil cas, on les immerge dans des tubes de bouillon nutritif en même temps que les tests-témoins non soumis à l'action des vapeurs antiseptiques.

Au bout de quarante-huit heures de séjour à l'étuve, on voit si les germes pathogènes ont pu être revivifiés, ce que l'on constate par les cultures formées dans les tubes de bouillon, ou si, au contraire, ceux-ci restent stériles.

Les *tests chimiques* sont formés, en principe,

d'une matière albuminoïde soluble desséchée à basse température et colorée par la fuschine. Le formol, en solution ou en vapeurs, jouit de la propriété de coaguler rapidement les matières albuminoïdes et de les rendre insolubles dans l'eau. Par suite, un semblable test soumis à l'action de l'antiseptique ne se dissolvera plus dans l'eau qui, à son contact, restera incolore, alors que le test, à l'abri des vapeurs de formol, donnera en solution aqueuse une liqueur rouge.

Il y a donc là un moyen pour s'assurer que le formol a pénétré dans un endroit déterminé.

MM. Calmette et Rolant sont adopté le dispositif suivant : on mélange une certaine quantité de solution hydro-alcoolique de fuschine-rubine à du sérum liquide de cheval et on dessèche ce sérum à l'étuve à la température de 40°.

Ce sérum sec, réduit en paillettes rouges brillantes, se dissout très facilement dans l'eau à laquelle il abandonne immédiatement sa matière colorante. Soumis à l'action des vapeurs de formol, il devient insoluble dans l'eau, et la matière colorante retenue ne passe plus dans l'eau.

On prépare, dès lors, des tubes contenant soit du sable fin desséché, soit de l'ouate, en y intercalant de distance en distance, tous les 5 centimètres par exemple, des index constitués par quelques paillettes de sérum fuschiné desséché ou par des petits disques de papier à filtrer imprégné de sérum fuschiné et sec. Ces tubes sont placés dans le local à désinfecter à diverses hauteurs.

Lorsque l'opération est terminée, il suffit de reprendre par l'eau chacun de ces index ; partout où les vapeurs de formol auront pénétré, le sérum rouge sera devenu insoluble et n'abandonnera plus de matière colorante.

DÉSINFECTION DES LIVRES

La désinfection des livres contaminés est une opération de première nécessité au point de vue de l'hygiène.

Il n'est pas grand besoin d'insister pour montrer combien les livres souillés par des germes pathogènes peuvent être la source de transmission de bien des maladies. Comme le dit justement le Dr Berlioz, de Grenoble, « qu'il s'agisse de livres « de classe, de livres de bibliothèque, de cabinet « de lecture, ces objets sont destinés à passer de « mains en mains, exposant constamment le lecteur « à la contagion.

« Cette contagion est d'autant plus à craindre « que le livre est la distraction des malades et des « convalescents ; que dans toutes les maladies « microbiennes de la bouche, de la gorge, des pou- « mons, le virus se trouve dans la salive et les « expectorations ; que le livre est admirablement « placé pour recevoir le virus ; que le fait de « mouiller son doigt est on ne peut plus favorable « à l'inoculation. »

La désinfection des livres est une opération délicate et difficile à réaliser en raison de la difficulté d'atteindre les parties contaminées, de propager l'action de la chaleur, si tant est que l'on puisse se servir de cet agent physique, le papier étant très mauvais conducteur; en raison aussi de la facile détérioration soit du papier lui-même, soit des reliures et, en particulier, des reliures en peau.

Naguère, Mosebach, à l'instigation de Flügge, avait fait quelques essais de désinfection des livres au moyen de l'air chaud entre 75 et 80°, agissant pendant seize à vingt-quatre heures : le procédé s'était montré efficace vis-à-vis des staphylocoques, du bacille d'Eberth, du bacille diphtéritique, avec lesquels on avait réalisé l'infection des livres. Findel a voulu s'assurer que les résultats étaient aussi efficaces vis-à-vis du bacille tuberculeux ; de fait, il a toujours réussi à stériliser celui-ci à condition d'étaler les crachats qui le contenaient en couche mince sur les pages des livres; mais il fallait un séjour des livres pendant au moins vingt-quatre heures dans l'air à 75° renfermant de 25 à 30 0/0 d'humidité pour atteindre ce résultat.

Les livres peuvent être exposés, par gros paquets, à la chaleur, à condition de prolonger l'action de celle-ci.

Nous ferons à ce procédé une seule observation : l'effet de cette chaleur humide s'exerçant pendant un temps aussi long n'est peut-être pas sans inconvénient pour les papiers et surtout pour les re-

liures. Dans ces conditions, nous croyons qu'il est préférable de faire agir, concurremment avec la chaleur, des antiseptiques volatils dont l'action microbicide s'exagère par le fait d'une haute température et de diminuer, par là même, le temps de stérilisation. Nous verronsplus loin que M. Berlioz a mis à profit ce fait dans son système de désinfection des livres fermés.

M. P. Miquel utilise pour la désinfection des livres une armoire dont les étagères sont avantageusement remplacées par des grillages en fer galvanisé occupant au plus les deux tiers dela profondeur du meuble. Sur ces étagères on dispose les livres de champ entr'ouverts le dos en haut, ou mieux, perpendiculairement aux tablettes grillagées le livre étant ouvert et les feuillets écartés entre eux autant que possible.

Cela fait, on immerge dans une cuvette, contenant 2 parties de formol commercial et 1 partie de chlorure de calcium cristallisé, un linge de toile roulé sur une baguette de bois en évitant de se mouiller les doigts. On déroule le linge et on le pend au-devant des étagères ; on ferme l'armoire et on laisse la désinfection se poursuivre pendant vingt-quatre heures.

M. Miquel estime qu'un tel séjour des livres infectés au sein d'une atmosphère formolée par le procédé décrit est suffisant pour stériliser des livres souillés de cultures de staphylocoques, de bacilles de la dyphtérie, de la fièvre typhoïde,

de crachats tuberculeux; seuls les bacilles sporulés ne sont pas entièrement détruits.

M. le Dr Berlioz estime, non sans raison, que, pour que la désinfection des livres reste une opération d'hygiène se généralisant facilement, on doit éviter des procédés compliqués, des manipulations qui sont susceptibles de n'être pas toujours faites consciencieusement. Aussi il propose un procédé de désinfection efficace sur les livres *restant fermés* en utilisant son étuve.

L'étuve de M. Berlioz se compose d'une simple caisse métallique à parois démontables et dont la capacité peut varier de 1 à 10 mètres cubes. — Elle est chauffée par l'air au moyen de brûleurs soit à gaz, soit au pétrole; au-dessus du brûleur se trouve un plat dans lequel s'évapore le liquide désinfectant.

Ce liquide, dénommé par l'auteur *aldéol*, est un mélange d'aldéhyde formique et d'aldéhyde éthylique.

La désinfection doit se faire à une température variant entre 90° à 95° que l'on doit maintenir pendant deux heures.

Les livres sont placés dans ladite étuve sans aucune précaution particulière, ni dispositif spécial. La désinfection s'effectue sans altération ni de la couverture, ni du papier, ni de la reliure. La seule précaution à prendre, pour les reliures délicates, consiste à envelopper le livre soit d'une feuille de papier écolier ordinaire, soit d'une feuille de

papier à filtrer, précaution qui ne gêne en rien la stérilisation.

Grâce à l'étuve de M. Berlioz, la stérilisation du livre fermé jusque dans sa profondeur, relativement facile pour des volumes peu épais, devient possible même pour d'énormes volumes.

L'auteur s'est servi pour son expérimentation de *tests* bactériologiques consistant en des petits morceaux de papier buvard imprégnés de cultures microbiennes, puis séchés à l'étuve à 37° et, pour la tuberculose, de papiers recouverts d'une couche épaisse de crachats tuberculeux, puis séchés.

Ces tests sont placés au bord libre du livre, ou à la marge adhérente au livre ; or il résulte qu'après une désinfection de deux heures à 90-95° :

1° Que la désinfection des *livres fermés* peut se faire parfaitement dans l'étuve décrite ;

2° Que pour les spores du *subtilis* et du *charbon*, dont on connaît la grande résistance, la désinfection en *bord libre* est efficace dans les livres de 1.000 pages et non dans ceux de 2.000 ; qu'en *marge adhérente* elle est efficace dans les livres de 225 pages, non dans ceux de 500 et au-dessus ;

3° Que pour les autres microbes pathogènes (tuberculose, typhique, diphtérique, *Staphylococcus aureus*, colibacille), la désinfection est assurée en *bord libre* et en *marge adhérente* dans les livres fermés de 1.000, 2.000 et 3.000 pages.

ADDENDUM

STÉRILISATION DES EAUX POTABLES PAR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS

Les lampes en quartz à vapeur de mercure, rendues luminescentes dans le vide sous l'influence du passage du courant électrique, produisent des rayons *ultra-violets*, très riches en rayons chimiques et à peu près dépourvus de radiations calorifiques.

Le pouvoir bactéricide de cette partie du spectre est connu; notamment Th. Nogier et Thévenot ont constaté que les rayons ultra-violets fournis par la lampe de Kromayer arrêtaient le développement des cultures microbiennes sur les milieux gélosés.

MM. J. Courmont et Th. Nogier ont entrepris une série d'expériences très probantes pour voir si le pouvoir bactéricide des rayons ultra-violets pouvait être utilisé pour la stérilisation des liquides et notamment de l'eau potable.

Les conclusions de leur travail sont les suivantes :

1° L'eau peut être stérilisée par les rayons ultra-violets ;

2° Ceux-ci, provenant par exemple d'une lampe en quartz à vapeurs de mercure, immergée dans

l'eau, détruisent en une minute au plus les microbes ordinaires de l'eau, le colibacille, le bacille d'Eberth, jusqu'à 30 centimètres (au moins) de la lampe ;

3° Cette stérilisation peut être obtenue immédiatement sur de l'eau courante en diminuant l'épaisseur de la couche autour de la lampe ;

4° La stérilisation peut s'obtenir sans échauffement de l'eau ;

5° L'eau à stériliser doit être limpide ;

6° Les liquides contenant une trop grande quantité de matières colloïdes sont difficilement pénétrés par les rayons ultra-violets, bien que limpides. La bière, par exemple, ne peut être stérilisée qu'en couches extrêmement minces ;

7° Il n'y a pas production d'ozone ;

8° Les modifications chimiques sont insignifiantes pendant le court espace de temps nécessaire à la stérilisation ;

9° Les toxines microbiennes suffisamment diluées sont détruites ;

10° L'eau ainsi stérilisée n'est pas nocive.

L'impression qui se dégage de ces conclusions, c'est que les lampes à vapeur de mercure constituent un merveilleux moyen de rendre aux eaux souillées de microbes leur pureté primitive. Il restait à faire passer cette idée du domaine du laboratoire dans celui de la vie courante. C'est à la solution de cet important problème d'hygiène que le D^r^ Th. Nogier a consacré de longues recherches. Elles ont abouti à la construction d'un appareil à la fois simple.

robuste et pratique, dont voici la description telle que nous l'a donnée l'auteur :

« L'appareil (*fig.* 71) à distribuer l'eau courante destinée à l'alimentation se compose de trois parties es-

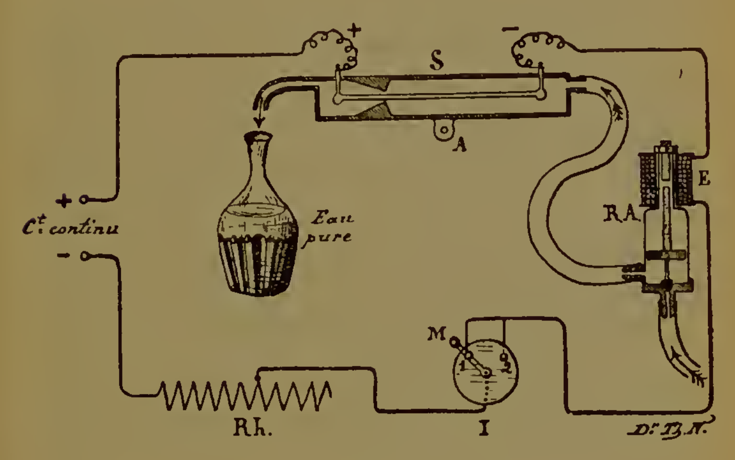


Fig. 71.

Montage électrique du stérilisateur du Dr Th. Nogier.

S, stérilisateur à lumière ultra-violette, avec son brûleur (l'appareil est incliné quand il fonctionne) ; — A, axe autour duquel bascule l'appareil pour l'allumage ; — R, A, robinet-contrôleur automatique; — E, électro-aimant actionnant le robinet-contrôleur ; — Rh, rhéostat servant à régler l'intensité du courant dans le brûleur ; — T, interrupteur spécial. En déplaçant la manette M, de 1 en 2, ou inversement, on rompt le courant et on ferme à nouveau le circuit pour un nouvel allumage.

sentielles : la lampe ou brûleur, son enveloppe, le robinet contrôleur automatique.

« 1° La *lampe*, de forme spéciale, et construite de façon que tous les modèles soient interchangeables, est en substance perméable aux rayons de petite longueur d'onde. C'est une lampe à vapeur de mercure, source puissante de rayons

ultra-violets. — Elle est construite avec un soin particulier pour lui assurer une très longue durée. Elle est alimentée par du courant continu. — La longueur du tube lumineux est de 15 centimètres dans les modèles courants ;

« 2° L'*enveloppe*, en métal très léger, reçoit le brûleur suspendu par ses électrodes. — D'une remarquable simplicité, l'enveloppe ne contient aucune pièce susceptible d'usure ou de détérioration. Elle comprend malgré son petit volume (celui d'une bouteille d'un litre) deux compartiments de grandeurs différentes. Dans le plus grand, l'eau *commence* à se stériliser ; dans le second, cette opération *se parfait*. Un ingénieux diaphragme force en effet *toute l'eau* à venir *lécher* la paroi de la lampe. Ce diaphragme est en réalité une sorte d'orifice percé en mince paroi.

« L'hydrodynamique nous apprend que la veine liquide s'écoulant par un pareil orifice se contracte à quelque distance de l'orifice lui-même et que la section contractée est les 62/100 de la section au niveau de l'orifice. Il résulte de cette disposition que la stérilisation peut s'opérer avec de forts débits et sans arrêt du liquide.

« Pour contrôler le fonctionnement de la lampe, un cabochon en verre taillé est serti dans une des parois de l'enveloppe : il laisse passer un faisceau de lumière bleuâtre éblouissante dès que le brûleur est en service.

« Ce cabochon étant en verre épais, la lumière

qui le traverse n'est aucunement nocive pour les yeux, ni irritante pour la peau.

« 3° Mais pour donner toute sécurité à ceux qui utiliseront cet appareil, le Dr Nogier a imaginé un *robinet contrôleur automatique* où passe l'eau avant d'arriver à l'appareil de stérilisation.

« Le principe de ce contrôleur est très simple. Un électro-aimant est placé sur le circuit électrique comprenant la lampe. Son armature actionne un robinet-pointeau. Au repos, le robinet pointeau s'oppose à tout écoulement de liquide ; dès que le brûleur s'allume, l'eau se met à couler ; elle s'arrête *instantanément* dès que le brûleur s'éteint. Ainsi, pas d'erreur possible. Le robinet-contrôleur permet de plus un réglage qui assure la stérilisation *optima*, même si l'intensité de la lumière venait à varier. On comprend en effet que si le courant électrique diminue, la force attractive de l'électro diminue, que le courant d'eau est plus faible et que la stérilisation reste parfaite. Le robinet-contrôleur automatique est la petite fée intelligente qui ne laisse couler que de l'eau rigoureusement purifiée.

« Le *fonctionnement* de l'appareil est des plus simples (*fig.* 72). On tire sur une chaînette pour faire basculer le dispositif de stérilisation. Le brûleur s'allume et l'eau coule. Un ressort ramène l'appareil à sa position de repos (position inclinée inverse de l'allumage). Pour arrêter l'eau, on appuie sur un bouton électrique qui coupe tout simplement le courant se rendant au brûleur. L'arrêt

du courant bloque le robinet-pointeau et l'eau est immédiatement supprimée. »

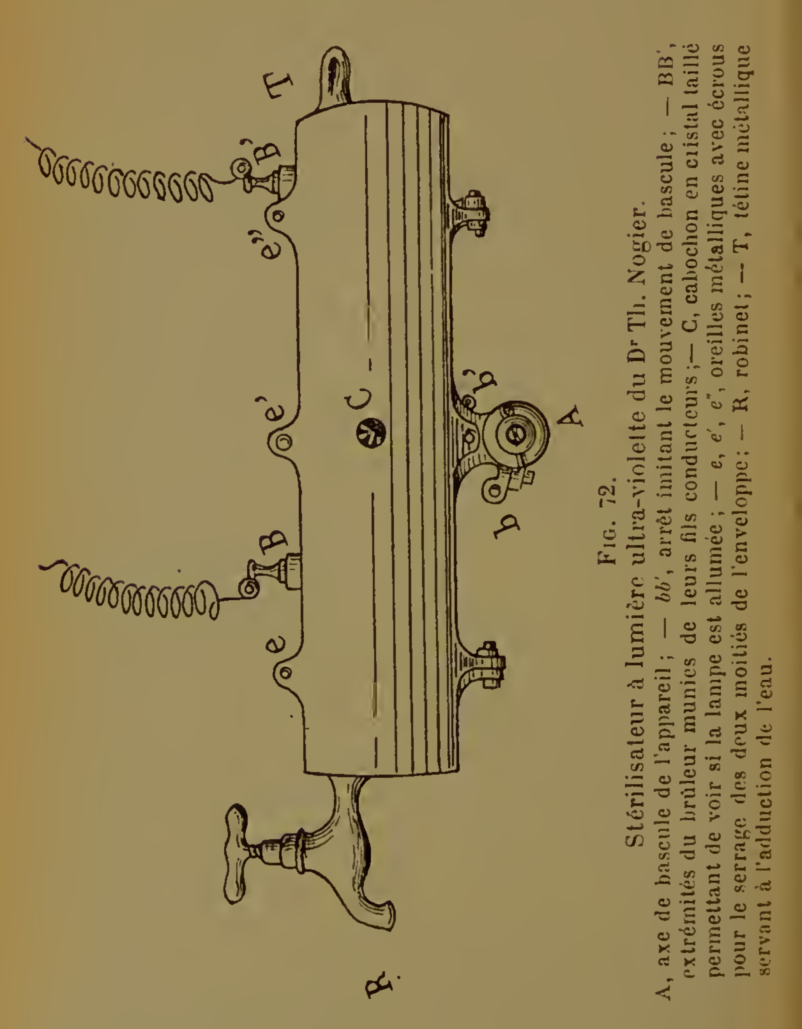


Fig. 72.

Stérilisateur à lumière ultra-violette du Dr Th. Nogier.

A, axe de bascule de l'appareil ; — *bb'*, arrêt imitant le mouvement de bascule ; — BB', extrémités du brûleur munies de leurs fils conducteurs ;— C, cabochon en cristal taillé permettant de voir si la lampe est allumée ; — *e*, *e'*, *e''*, oreilles métalliques avec écrous pour le serrage des deux moitiés de l'enveloppe ; — R, robinet ; — T, tétine métallique servant à l'adduction de l'eau.

Ce procédé de stérilisation par les radiations ultra-violettes est vraiment remarquable, puisque, dans des expériences poursuivies à la Faculté de

médecine de Lyon, de l'eau contenant au litre 1 *milliard* de microbes pathogènes, dont plus de 100 millions de colibacilles sort de l'appareil stérilisé, à tel point qu'on ne retrouve même pas un bacille dans 1 litre d'eau recueillie à l'autre extrémité du stérilisateur.

Bien plus, une eau préalablement contaminée est rendue inoffensive puisque les radiations ultra-violettes détruisent les toxines. Cette eau conserve ses gaz, ses sels et ne possède aucune odeur spéciale et reste fraîche.

M. Miquel, au service des Laboratoires techniques d'hygiène de la ville de Paris, a également constaté l'efficacité de l'appareil de M. Th. Nogier au point de vue de son effet stérilisateur.

Procédé Billon-Daguerre pour la stérilisation absolue de l'eau et des liquides alimentaires par les rayons hyper-ultra-violets.

Le Dr Billon-Daguerre, dans une communication faite à l'Académie des sciences et datant du 7 janvier 1907, avait déjà appliqué les rayons ultra-violets à la stérilisation des liquides. Ce même auteur a présenté en novembre 1909 et février 1910 les résultats obtenus avec son nouveau procédé basé sur l'emploi des tubes à gaz raréfiés (construits dans le genre des tubes de Geissler) pour la stérilisation intégrale de l'eau et de tous liquides alimentaires.

Dans ce nouveau procédé, M. Billon-Daguerre a réussi à augmenter le pouvoir microbicide des lampes en quartz, pour une même dépense d'électricité en créant un appareil qui ne produit exclusivement, ou presque exclusivement, que des radiations chimiques violettes et ultra-violettes. Il a heureusement mis à profit les spectres des gaz raréfiés contenus dans des tubes spéciaux, lesquels ont des radiations de très faible longueur d'onde situées dans la région extrême de l'ultra-violet et que, pour cette raison, M. Billon a appelé l'*hyper-ultra-violet.*

Ces radiations sont essentiellement microbicides au point qu'elles permettent la stérilisation instantanée des liquides sur lesquels elles agissent.

Le nouvel appareil de M. Billon-Daguerre permet de stériliser 500 litres d'eau à l'heure avec un courant de 6 volts et de 2 ampères fourni par trois accumulateurs électriques.

FIN

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

CHAPITRE XVIII

CHAPITRE XIX

ADDENDUM

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

B

C

S

T

V

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.



Vigot Frères

ÉDITEURS

Extrait

DU

Catalogue général



PARIS

23, place de l'Ecole-de-Médecine

1911

